

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА імені О. М. БЕКЕТОВА**

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

до виконання лабораторних робіт

із навчальної дисципліни

«БУДІВЕЛЬНА СПРАВА»

*(для студентів 3 курсу денної та заочної форми навчання
спеціальностей 192 – Будівництво та цивільна інженерія;
освітня програма «Гідротехніка (водні ресурси)»)*

**Харків
ХНУМГ ім. О. М. Бекетова
2019**

Методичні рекомендації для виконання лабораторних робіт із навчальної дисципліни «Будівельна справа» для студентів 3 курсу денної та заочної форми навчання спеціальностей 192 – Будівництво та цивільна інженерія; освітня програма «Гідротехніка (водні ресурси)» / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова ; уклад. О. В. Якименко, К. О. Кіктьова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2019. – 83 с.

Укладачі: канд. екон. наук, доц. О. В. Якименко,
здобувач К. О. Кіктьова

Рецензент канд. техн. наук, доц. Н. Г. Морковська

Рекомендовано кафедрою технології будівельного виробництва та будівельних матеріалів, протокол №2 від 19.09.18 р.

ЗМІСТ

Вступ	4
Лабораторна робота № 1 Керамічні матеріали й вироби	5
Лабораторна робота № 2 Випробування нафтового бітуму та покрівельних матеріалів на його основі	10
Лабораторна робота № 3 Вивчення конструкцій бульдозерів і розпушувачів	16
Лабораторна робота № 4 Вивчення конструкцій причіпних та самохідних скреперів	32
Лабораторна робота № 5 Вивчення конструкцій екскаваторів	48
Лабораторна робота № 6 Визначення параметрів технологічного процесу під час розроблення котловану	62
Лабораторна робота № 7 Визначення параметрів технологічного процесу під час укладання бетонної суміші	69
Лабораторна робота № 8 Вантажозахоплювальні пристрої	76
Список рекомендованих джерел	83

ВСТУП

Мета викладання навчальної дисципліни «Будівельна справа» – ознайомити із засадами будівельної техніки та технологією будівельних процесів, технологією й комплексною механізацією загально-будівельних і спеціальних робіт, особливостями виконання будівельних процесів в умовах реконструкції, необхідними матеріально-технічними ресурсами, методикою проектування будівельних процесів і вимогами щодо їхньої практичної реалізації.

Взаємопов'язаність будівництва та його матеріально-технічної бази значною мірою визначає можливості сучасної архітектури, її перспективи, зумовлює різноманітність нових матеріалів, за допомогою яких архітектори реалізують свої проекти. Проблема підвищення рівня якості будівництва й архітектури безпосередньо пов'язана з підвищенням якості будівельних матеріалів, виробів і конструкцій, упровадженням широкого асортименту нових ефективних матеріалів, які повною мірою відповідають архітектурно-будівельним вимогам. Отже, будівельні матеріали відіграють важливу роль як фактори, що визначають якість сучасного будівництва, архітектурну цінність будівель і споруд і їхні техніко-економічні показники.

Ці лабораторний практикум містить необхідні лабораторні роботи для ознайомлення студентів із методами оцінювання показників якості та споживчих властивостей будівельних матеріалів залежно від їхнього походження та призначення. Особливу увагу слід приділити техніко-економічним показникам досліджуваних машин. Студент повинен розглядати машину як засіб механізації промислового та цивільного будівництва, що дає певний економічний ефект. Усі методики викладено відповідно до сучасних державних стандартів.

Перед виконанням робіт студент повинен ознайомитися з методикою визначення властивостей, які є якісними показниками будівельних матеріалів, а також вивчити кінематичну схему, принцип роботи машини, техніко-експлуатаційні показники й під керівництвом викладача скласти алгоритм оцінювання використання цієї машини. Після отримання чіткого уявлення про машину студент виконує базові розрахунки. Він має вивчити теоретичний матеріал за лекціями й підручниками, відповісти на контрольні запитання, оформити лабораторний журнал.

Перш ніж розпочати лабораторну роботу студенти повинні ознайомитися з інструкцією з охорони праці і розписатися в журналі. Проводити лабораторні роботи без інструктажу з охорони праці забороняється.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 1

КЕРАМІЧНІ МАТЕРІАЛИ Й ВИРОБИ

Мета роботи: визначити відповідність звичайної глиняної цегли за зовнішнім виглядом вимогам стандартів і встановити марку цегли за міцністю.

Керамічними матеріалами називають ті, що одержують із глиняних мас шляхом формування, сушіння та випалювання.

Істинна густина керамічних матеріалів дорівнює $2,5 \dots 2,7 \text{ г/см}^3$; середня густина – $2\ 000 \dots 2\ 300 \text{ кг/м}^3$; теплопровідність абсолютно щільного черепка становить $1,16 \text{ Вт/м}^\circ\text{C}$. Межа міцності під час стискання керамічних виробів коливається в інтервалі від 0,05 до $1\ 000 \text{ МПа}$. Водопоглинання залежно від поруватості змінюється від 0 до 70 %. Марки керамічних матеріалів за морозостійкістю – 10; 25; 35; 50; 75 й 100.

За призначенням вироби з кераміки розподіляють так:

- стінові вироби (цегла керамічна звичайна, цегла пустотіла, порувато-пустотіла, легка, пустотілі камені, блоки й плити, великорозмірні блоки та панелі із цегли й керамічних каменів;

- оздоблювальні вироби (для зовнішнього й внутрішнього облицювання конструкцій будинків і споруд із метою декоративно-художнього оброблення, а також підвищення їхньої довговічності);

- керамічні вироби для покрівлі (черепиця) й перекриттів;

- сантехнічні вироби;

- теплоізоляційні матеріали (керамзит, аглопорит тощо);

- вогнетриви;

- кислотостійка кераміка, труби.

Для проведення випробувань керамічної цегли та керамічних каменів зразки відбирають методом випадкового відбору з різних місць партії у такій кількості:

- для партії $10\ 000 \dots 35\ 000$ шт. – 80;

- для партії понад 35 000 шт. – 125.

Для проведення певних випробувань кількість зразків, які потрібно вибрати з проби, становить, шт.:

- розміри та правильність форми – 24;

- присутність вапняних включень – 5;

- маса, густина, водопоглинання – 3;

- морозостійкість – 5 (за втратою маси);

- 20 (за втратою міцності);

- межа міцності під час стискання – 10;

- під час вигинання – 5.

Визначення якості цегли за зовнішніми ознаками

Розміри виробів, геометричні параметри пустот і розміри дефектів визначають із похибкою 1 мм металічною лінійкою.

Граничні відхилення від номінальних розмірів (мм) не повинні перевищувати:

- за довжиною – ± 5 ;
- за шириною – ± 4 ;
- за товщиною: для цегли – ± 3 ; для каменів – ± 4 .

На виробах не має бути дефектів зовнішнього вигляду, розміри й кількість яких перевищують зазначені у ДСТУ. Результати вимірів заносять до таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Показники зовнішнього вигляду цегли

Найменування показників	Вимоги ДСТУ	Результати вимірювання
Відхилення від розмірів, мм: – за довжиною; – за шириною; – за товщиною	5 4 3	
Кривизна ребер цегли, мм, не більше: – по постелі; – по ложку	3 4	
Відбитість кутів завглибшки 10...15 мм	2 шт.	
Відбитість і затупленість ребер, які не доходять до пустот, завглибшки понад 5 мм, по ребру 10...15 мм завдовжки	2 шт.	
Наскрізні тріщини, до 30 мм завдовжки	1 шт.	
Ступінь випалу	норма	
Вапнякові включення	немає	

Визначення марки цегли керамічної за міцністю

Марку цегли й каменів за міцністю встановлюють за результатами їхніх випробувань на міцність під час стискання й вигинання.

Межу міцності при стисканні цегли визначають на зразках із двох цілих цеглин або з двох половинок. Цеглу розпилюють на половинки, які кладуть одна на одну поверхнями розтину в протилежні боки, скріплюють цементним розчином, а їхні опірні поверхні вирівнюють розчином такого складу: цемент марки не нижче 400 – 1 мас. ч.; пісок крупністю не більше 1,25 мм –

1 мас. ч.; В/Ц – 0,40...0,42. Зразки вимірюють з похибкою до 1 мм для розрахування їхньої площі перерізу.

Для проведення випробувань використовують прес із максимальним зусиллям 1 000 кН (100 т). Схему випробування наведено на рисунку 1.1.

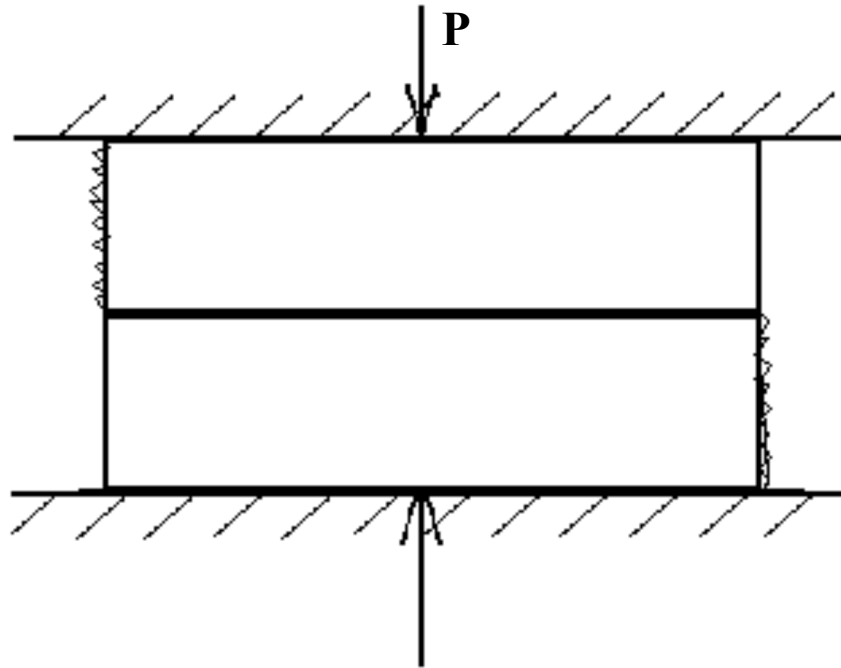


Рисунок 1.1 – Схема випробування керамічної цегли на стиск

Межу міцності під час стискування R (МПа) зразка знаходять за формулою

$$R = \frac{P}{S},$$

де P – максимальне навантаження, кг;

S – площа перерізу зразка, см^2 .

Марку встановлюють за середнім значенням міцності з урахуванням мінімального значення. Результати випробувань заносять до таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Результати випробувань цегли на стиск

Найменування показників	Позначення показника	Значення
Назва матеріалу		
Розміри зразка, см:		
– довжина;	l	
– ширина	b	
Площа перерізу, см^2	S	
Руйнівна сила, Н (кг)	P	
Межа міцності під час стискування, кг/см^2 (МПа)	R	

Межу міцності під час вигинання визначають за схемою балки, що вільно лежить на двох опорах, до якої в середині прогону прикладається навантаження. Відстанню між опорами прийнято 20 см. Згідно з цим на грані цегли наносять три смужки із цементного розчину завширшки 2...3 см кожна: одну – посередині верхньої грані, дві – по краях протилежної грані на відстані 20 см.

Перед випробуванням вимірюють ширину й товщину цегли всередині прогону. Випробування проводять на 5-тонному гідравлічному пресі. Схему випробування керамічної цегли на вигинання наведено на рисунку 1.2.

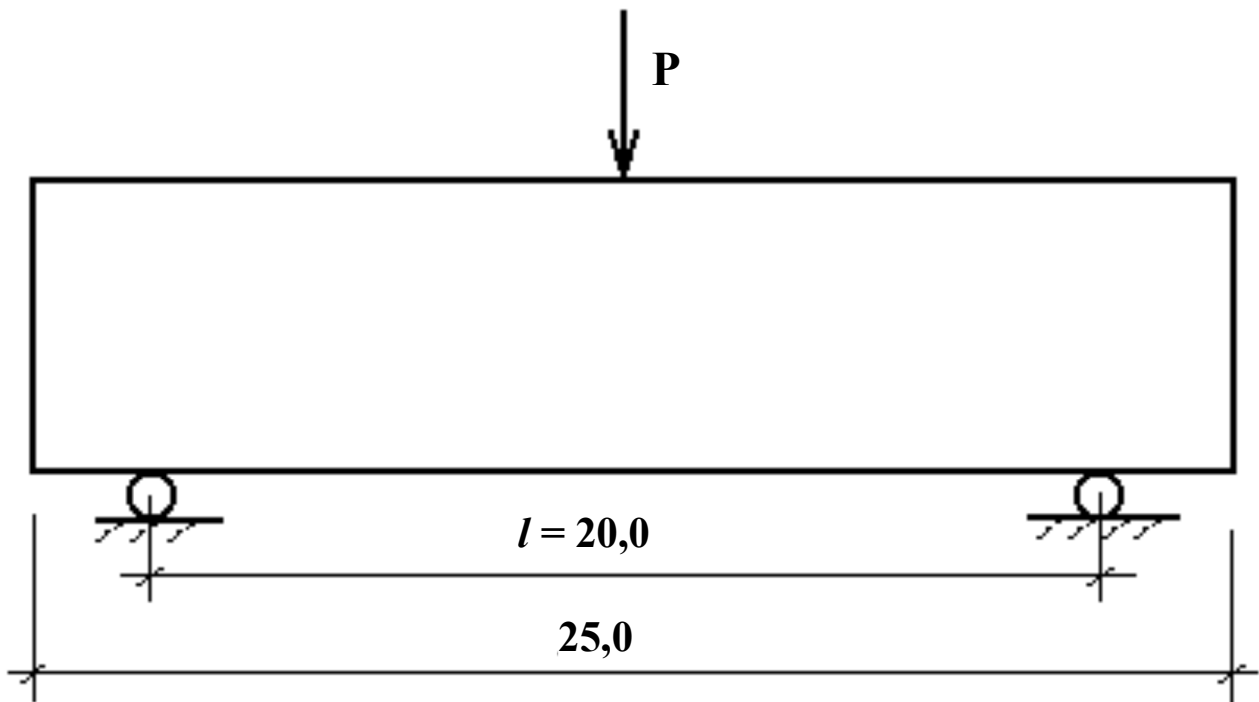


Рисунок 1.2 – Схема випробування керамічної цегли на вигин

Межу міцності під час вигинання розраховують за формулою:

$$R = \frac{P}{b \cdot h}, \text{ [кг/см}^2\text{; МПа]},$$

де P – руйнівне навантаження, кг;

l – довжина прогону між опорами, см;

b – ширина цегли, см;

h – висота (товщина) цегли, см.

Результати випробувань заносять до таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 – Результати випробувань цегли на вигинання

Найменування показників	Позначення показника	Значення
Назва матеріалу		
Розміри зразка, см: – ширина; – висота	b h	
Відстань між опорами, см	l	
Руйнівна сила, кг	P	
Межа міцності під час вигинання, кг/см ² (МПа)	R _{виг}	

Запитання для самостійної перевірки знань:

1. Які матеріали називають керамічними?
2. Назвіть головні властивості керамічної цегли.
3. Як встановлюють марку цегли за міцністю?
4. Перелічіть марки цегли за морозостійкістю.
5. Якими є вимоги стандартів щодо якості цегли за зовнішніми ознаками?
6. На які групи розподіляють цеглу за теплотехнічними властивостями?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 2

ВИПРОБУВАННЯ НАФТОВОГО БІТУМУ ТА ПОКРІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ НА ЙОГО ОСНОВІ

Мета роботи: визначення марки та інших властивостей бітуму.

Бітумні в'язучі речовини належать до органічних в'язучих матеріалів, які є сумішами високомолекулярних вуглеводнів та їхніх неметалевих похідних, що змінюють свої фізико-механічні властивості залежно від температури. Під час нагрівання вони здатні розм'якшуватися та відновлювати свою первісну в'язкість під час охолодження. Ці речовини добре зчеплюються з поверхнею каменю, піску, бетонів, цегли та багатьох інших твердих матеріалів, різняться підвищеною водонепроникністю, пластичністю і стійкістю до атмосферних впливів.

За технологічними особливостями виготовлення матеріали на основі бітумів розподіляють на листові й рулонні, емульсії й мастики, розчини й бетони. За призначенням бітумні матеріали можуть бути шляховими, гідроізоляційними, герметизувальними, покрівельними, теплоізоляційними й антикорозійними. У деяких випадках вони вирізняються поліфункційним призначенням, одночасно можуть бути гідроізоляційними й покрівельними або антикорозійними, гідро- й теплоізоляційними.

Головними характеристиками бітумних матеріалів, за якими визначають їхню марку, є в'язкість (твердість), розтяжність (дуктильність) і температура розм'якшення. За цими показниками бітуми розподіляють на марки. За необхідності визначають також інші властивості бітумів – температуру спалаху, крихкість, розчинність тощо.

Визначення марки нафтового бітуму

Визначення в'язкості (твердості) бітумів

Для напівтвердих і твердих бітумів в'язкість (твердість) визначають на пенетрометрі. В'язкість (твердість) оцінюють за глибиною занурення голки протягом 5 с у спеціально підготовлений зразок бітуму ($T = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$). Дослід повторюють не менше трьох разів, кожен раз голку занурюють в інше місце на відстані не менш ніж 10 мм від попереднього. Результат випробування записують у градусах пенетрації (один градус відповідає 0,1 мм) (табл. 2.1).

Таблиця 8.1 – Результати випробувань в'язкості (твердості) бітуму

Глибина занурення голки (25 °C)	Середній показник

Схему пенетрометра замальовують у журналі лабораторних робіт.

Визначення розтягуваності (пластичності) бітумів

Пластичність бітумів обумовлюється їхньою розтягуваністю, яка оцінюється за видовженням зразка бітуму у вигляді «вісімки» на приладі, що називається дуктилометр.

Показником розтягуваності бітуму є значення деформації шийки зразка в момент розриву, виражене в сантиметрах. Це випробування виконують із швидкістю розтягування 5 см/хв і температурою 25 °C. Випробування повторюють три рази. Дані заносять до таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Результати випробувань розтягуваності бітуму

Початковий показник приладу, см	Кінцевий показник приладу, см	Різниця показників, см

Схему дуктилометра замальовують у лабораторний журнал.

Визначення температури розм'якшення бітумів

Температура розм'якшення характеризує верхню температурну межу застосування бітуму й дає змогу порівняти відносну теплостійкість. Вона визначається на приладі «Кільце і куля», що складається з двох металевих дисків, розташованих на відстані 25,4 мм. Верхній диск має чотири отвори, у яких встановлені латунні кільця. Кільця перед цим заповнюють розплавленим бітумом, після охолодження у центр кладуть металеву кульку масою 3,45...3,55 г. Термометр установлюють по осі на рівні зразка. Прилад розміщують у термостійкій склянці, яку заповнюють водою або іншою рідиною так, щоб зразок бітуму повністю занурився. Склянку нагрівають на вогні. Температуру, за якої деформований бітум під дією маси кульки доторкнеться до нижнього диска, вважають температурою розм'якшення.

Позначення марки бітуму складається з літер, які відповідають його призначенню (наприклад БНК-90/30 – бітум нафтовий покрівельний) та цифр, перша з яких відповідає температурі розм'якшення, а друга – пенетрації.

Марку бітуму визначають за таблицею 2.3.

Таблиця 2.3 – Марки бітуму

Показники	Марки будівельних бітумів			Марки покрівельних бітумів		
	БН-50/50	БН-70/30	БН-90/10	БНК-45/180	БНК-90/40	БНК-90/30
Глибина занурення голки за температури 25 °С, град	41...60	21...40	5...20	140...220	35...45	23...35
Розтягуність при 25 °С, не менше	40	3	1	—	—	—
Температура розм'якшення, °С	50	70	90	40...50	85...95	85...95
Температура спалаху, °С, не нижче	220	230	240	240	240	240

Визначення технічних характеристик рулонних покрівельних матеріалів на основі бітуму

Рулонні покрівельні матеріали за структурою полотна розподіляють на основні й безосновні. Як основу рулонного матеріалу застосовують покрівельний картон, склотканину, фольгу, тканини на основі поліефірних волокон, окисовані, модифіковані еластоміри й пластиміри, азбестовий папір.

Із застосуванням нафтових бітумів виготовляють: руберойд, наплавний руберойд, пергамін, склоруберойд, гідросклоізол, фольгоізол, гідроізол, ізол, монобітен, лінкором, уніфлекс тощо. Рулонні покрівельні матеріали виготовляють із захисним шаром у вигляді посипки. Посипка може бути крупнозернястою, дрібнозернястою, лускоподібною, пилюватою. Технічні вимоги до рулонних покрівельних матеріалів наведено в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 – Технічні вимоги до рулонних покрівельних матеріалів

Назва матеріалу	Марка	Назва показника			
		Розривне зусилля під час розтягування, кг, не менше	Гнучкість, мм	Водонепроникність, не менше	
				Тиск	Час випробування, хв
1	2	3	4	5	6
Руберойд покрівельний із крупнозернястою посипкою	РПК-А420	333 (34)	15	0,7	10
	РПК-420Б	333 (34)	15	0,7	10
	РПК-350Б	333 (34)	15	0,7	10
Руберойд покрівельний із лускоподібною посипкою	РПЛ-350Б	313 (32)	15	Не норм.	Не норм.
Руберойд покрівельний із пилюватою посипкою	РПП -350А	–	15	–	10
	РПП-350Б	–	15	–	10
Руберойд підкладковий із пилюватою посипкою	РПП-300А РПП-300Б	–	10	–	10
			10		10
			10		10
Руберойд підкладковий із пилюватою підсипкою еластичний	РПЕ-300	–	20	–	10
Гідроізол гідроізоляційний	ГИ-Г	–	30	–	10
Гідроізол покрівельний	ГИ-П	–	–	–	–
Ізол без полімерних домішок	И-БД	–	–	–	–
Ізол із полімерними домішками	И-ПД	–	–	–	–

Літери у позначенні марок рулонних покрівельних матеріалів означають перші літери слів, використаних у назві матеріалу, наприклад: руберойд РПП–420А – Р – руберойд; П – покрівельний; П – пилювата. Число та літера після перших трьох літер позначають марку картону.

Для визначення технічних характеристик беруть 1 % зразків від партії (1 000 рулонів) і не менше двох рулонів. З кожного рулону на відстані не менше 1 м від його початку відрізають смужки по 1,5 м завширшки з яких виготовляють зразки потрібних розмірів у кількості, потрібній для кожного випробування.

Перед початком випробувань зразки рулонних покрівельних матеріалів витримують не менше 10 год за $T = 20 \pm 5$ °C.

Оцінювання зовнішнього вигляду рулонних покрівельних матеріалів

Під час оцінювання зовнішнього вигляду рулонних матеріалів звертають увагу на маркування, пакування, рівномірність розподілу посипки, наявність або відсутність злипання, дірок, тріщин, розривів, складок і виконують відповідні записи у лабораторному журналі.

Визначення розривного зусилля під час розтягування

Для випробувань виготовляють три стрічки матеріалу в повздовжньому напрямку розміром 250×50 мм, витримують їх у воді за $T = 20 \pm 5$ °C протягом двох годин. Дослід проводять шляхом розтягування зразків на динамометрі до моменту розриву й визначають зусилля у кілограмах (кгс).

Визначення гнучкості рулонних будівельних матеріалів

Гнучкість визначають на трьох зразках розміром 20×50 мм на приладі «Шкала гнучкості», виготовленому у вигляді набору стрижнів різного діаметра (20, 15, 5, 3, 1 мм). До початку випробувань зразки витримують у воді протягом 10...15 хв за $T = 16...20$ °C. Потім із зусиллям обгортають смужкою рулонного матеріалу стрижні від найбільшого діаметра до найменшого. Досліджують наявність на поверхні зразка тріщин. Результат записують як діаметр стрижня, який був до руйнування шару бітуму на зразку.

Визначення водонепроникності покрівельних рулонних матеріалів

Водонепроникність рулонного матеріалу визначають як проміжок часу, протягом якого він не пропускає воду за постійним гідростатичним тиском.

Для випробування зразок розміром 300×300 мм згинають у формі короба з площею грані 100×100 мм. Під короб кладуть лакмусовий папірець (це

індикатор кислотності середовища). У короб заливають воду з температурою $T = 20 \pm 2 \text{ }^{\circ}\text{C}$ на висоту 50 мм. У воду додають трохи соляної кислоти.

Показник водонепроникності записують у хвилинах (годинах) від початку випробування до зміни кольору лакмусового папірця під коробом, якщо вода пройшла крізь матеріал. За таблицею 2.4 встановлюють марку покрівельного рулонного матеріалу.

Запитання для самостійної перевірки знань:

1. Який матеріал називають бітумом?
2. Назвіть головні властивості бітумів.
3. Яка методика визначення в'язкості бітумів ?
4. Як визначають температуру розм'якшення бітуму?
5. За якими показниками визначають марку бітуму?
6. Які різновиди рулонних покрівельних матеріалів існують?
7. За якими показниками визначають марку рулонного покрівельного матеріалу?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 3

ВИВЧЕННЯ КОНСТРУКЦІЙ БУЛЬДОЗЕРІВ І РОЗПУШУВАЧІВ

Мета роботи: вивчити призначення, класифікацію, будову й робочий процес бульдозерів і розпушувачів, їхні технічні характеристики, накреслити й описати принципові конструктивні схеми бульдозерів з неповоротним і поворотним відвалами, а також розпушувачів, їхнього основного й додаткового технологічного обладнання. Розрахувати продуктивність бульдозерів і розпушувачів під час виконання робіт основного технологічного циклу.

Бульдозери призначені для пошарового зрізання ґрунту, його переміщення на невелику відстань (50...100 м) і розрівнювання (рис. 3.1).



Рисунок 3.1 – Розроблення ґрунту бульдозером

Бульдозери як навісне обладнання на трактори, тягачі та інші базові машини дуже поширені, що пояснюється простотою їх конструкції, високою продуктивністю, можливістю використовувати їх в найрізноманітніших ґрунтових і кліматичних умовах і відносно низькою вартістю виконаних робіт. Їх широко використовують під час прокладання залізничних і автомобільних доріг, в аеродромному будівництві, а також у гірничодобувній промисловості. Бульдозери застосовують для розроблення піщано-гравійних кар'єрів, котлованів, виїмок і траншей, спорудження каналів, ставків і водойм, зведення насипів, дамб і гребель, на розкривних роботах під час видобутку корисних копалин відкритим способом, підштовхування скреперів при завантаженні тощо.

У наш час широко застосовуються бульдозери з неповоротним і поворотним відвалом, бульдозери-розпушувачі, а також бульдозери-навантажувачі. Бульдозери з поворотним відвалом приблизно 70...80 % часу працюють з прямою установкою відвалу.

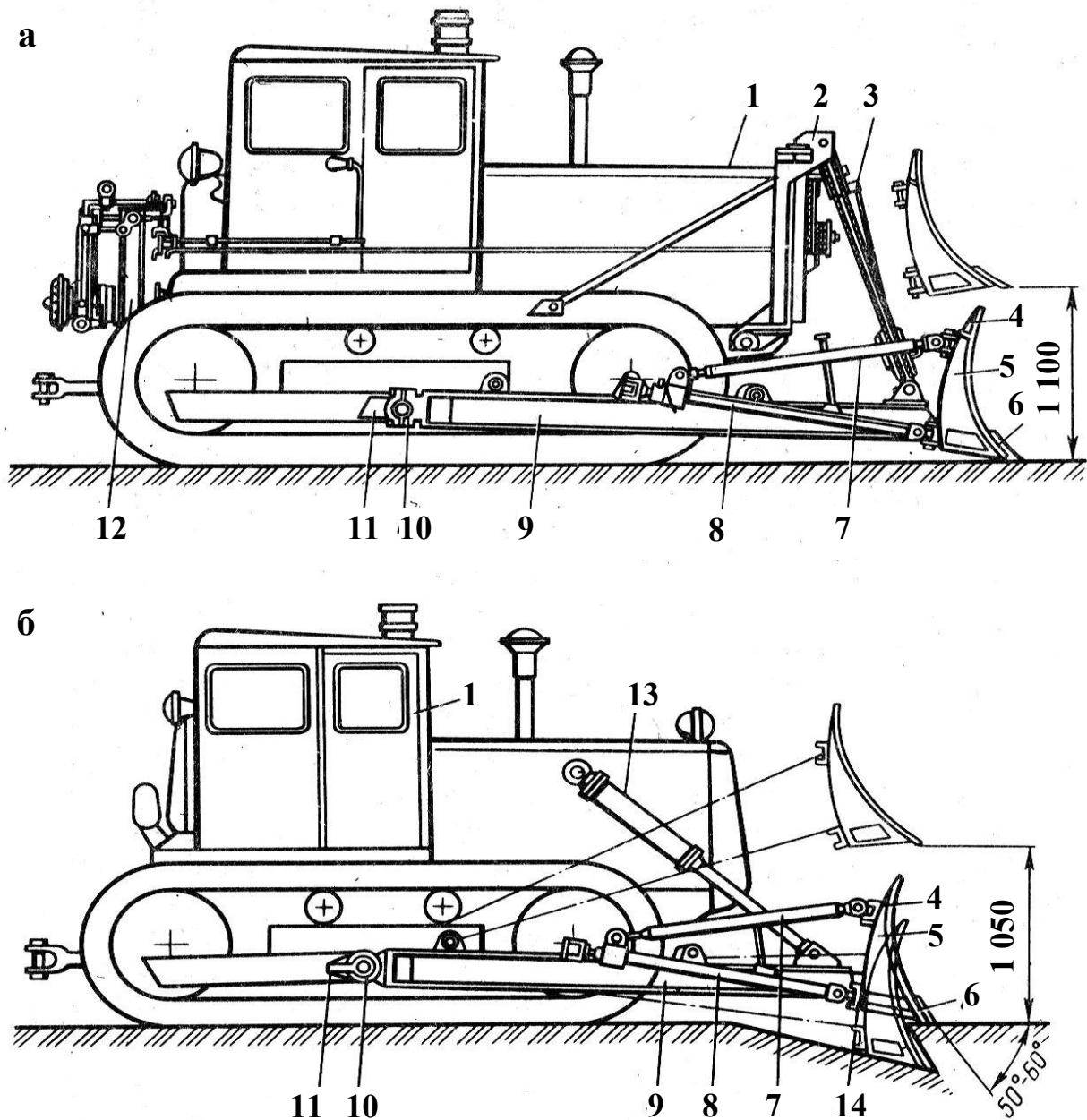


Рисунок 3.2 – Керування бульдозерним обладнанням: а – з механічним приводом; б – з гідравлічним приводом; 1 – базовий трактор; 2 – передня стійка; 3 – поліспаст канатно-блокової системи; 4 – козирок відвала; 5 – відвал; 6 – ножі; 7 – підкоси; 8 – штовхачі; 9 – універсальна штовхальна рама; 10 – опорні шарніри кріплення штовхальної рами до рами трактора; 11 – опори; 12 – привідна однобарабанна лебідка; 13 – гідроциліндри управління відвалом; 14 – кульове з’єднання відвала з універсальною штовхальною рамою

Бульдозер складається з базової машини (гусеничного або колісного трактора) і навісного бульдозерного обладнання. Бульдозерне обладнання містить робочий орган (відвал), штовхальний пристрій (штовхальні бруси або штовхальну раму), канатну (див. рис. 3.2, а) або гідравлічну (див. рис. 3.2, б) систему управління відвалами.

Відвал бульдозера становить жорстку зварену металоконструкцію з лобовим листом криволінійного профілю. Уздовж нижньої кромки відвала за допомогою болтів кріплять різальні ножі. Щоб запобігти пересипанню ґрунту під час роботи на незв'язних і пухких ґрунтах до середньої частини відвала приварюють козирок. Для збільшення обсягу переміщуваного ґрунту (під час роботи на легких ґрунтах) відвал бульдозера можна подовжити шляхом установлення по обох його кінцях розширювачів, прикріплених до відвала болтами. Штовхальний пристрій складається з балок коробчастого перетину. Передня частина штовхального пристрою шарнірно з'єднана з відвалом бульдозера, а задня (також шарнірно) – з опорами, розташованими на базовому тракторі.

При канатному управлінні підйом, опускання відвалу і його фіксацію в заданому положенні виконують за допомогою канатно-блокової системи управління, що приводиться від лебідки, встановленої на базовій машині (гусеничному тракторі).



Рисунок 3.3 – Відвал бульдозера V-подібний секційний

При гідравлічному управлінні перелічені операції, а також перекошення відвалу у вертикальній (поперечній) площині здійснюються за допомогою гідроциліндрів. Застосування гідроперекосу відвалу розширює сферу застосування бульдозера й підвищує його експлуатаційні можливості на

планувальних роботах. Безпосередньо на гідроциліндрі перекосу встановлений запірний клапан, що фіксує положення відвалу в поперечній площині.

Для копання застосовують три типи відвалів: *прямий*, *V-подібний* і *V-подібний секційний* (див. рис. 3.3).

У прямого відвалу однакова форма по всій ширині. Кінці напівсферичного відвалу загнуті вперед на ширину бічних ножів. У сферичному відвалі бічні секції висунуті вперед на 1/3 ширини.

Бульдозери можуть обладнуватися додатковим швидкозніманим обладнанням (рис. 3.4), що розширює їхні технологічні можливості.

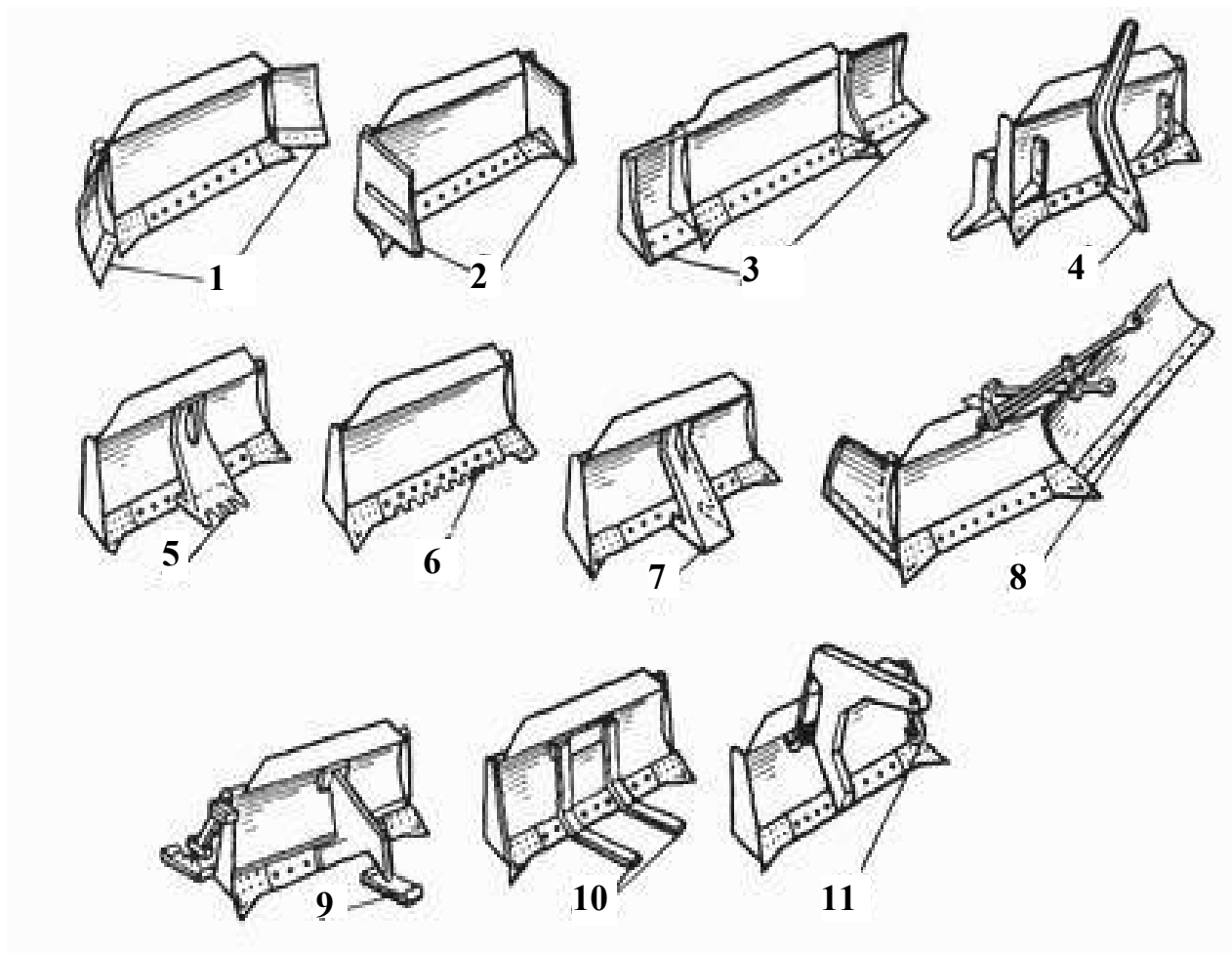


Рисунок 3.4 – Додаткове обладнання бульдозерів:

- 1 – розширювачі; 2 – відкрilки; 3 – подовжувачі; 4 – розпушувальний зуб; 5 – киркувальник для виламування асфальтових покриттів; 6 – гребінчастий ніж; 7 – канавкова надставка; 8 – укісник; 9 – опорна лижа; 10 – вантажні вила; 11 – вантажопідіймальний гак

Для планування укосів насипів і виїмок універсальний бульдозер оснащується додатковим відвалом-укісником, який кріпиться збоку до основного відвалу й арочної рами. Кут установлення відвалу до горизонту можна змінювати від 0 до 45°. Грунт, зрізаний з укосу, зсипають униз і

переміщують у бік від підшви укосу основним відвалом бульдозера. Далі ґрунт можна перемістити бульдозером уздовж або впоперек земляного полотна.

Для переміщення легких ґрунтів до відвалу прикріплюють розширювачі, що збільшують ширину захвату й значно підвищують продуктивність бульдозера. Розширювачі до відвалу з жорстким кріпленням під час роботи в легких ґрунтових умовах підвищують продуктивність на 20...35 %, однак застосовувати їх під час роботи на важких ґрунтах і в процесі різання ґрунту не рекомендується, оскільки переміщуючи збільшений обсяг ґрунту, двигун і ходова частина трактора перевантажуються і швидше зношуються; продуктивність бульдозера в таких випадках не збільшується внаслідок зменшення швидкостей руху.

Універсальні бульдозери обладнані шарнірно-зчленованим відвалом із двох однакових частин, які можна встановлювати перпендикулярно до повздовжньої осі машини, під кутом в один бік або в різні боки.

Бульдозери з неповоротними відвалами можуть обладнуватися жорсткими (див. рис. 3.5, а) і шарнірними (див. рис. 3.5, б) штовхальними брусами.

Бульдозер першого типу обладнаний відвалом (1), до якого жорстко приварені два штовхальні бруси (7), що охоплюють зовні базовий трактор (8). Бруси шарнірно встановлюють на поперечній балці (6) і болтами прикріплюють до рами трактора. Спереду до неї під'єднують підрамник (5), до якого через несучу рамку (2) шарнірно підвішують один гідроциліндр (3) подвійної дії. До гідроциліндра підведені два рукави високого тиску (4), які з'єднують його з гідросистемою трактора. Відвал (1) у зоні різання ґрунту обладнаний знімними ножами (9).

Бульдозер другого типу містить прямокутні штовхальні бруси (7), які з одного боку за допомогою запряжних шарнірів (18) шарнірно з'єднані з

візками (16) трактора, з іншого – універсальними шарнірами (20) з відвалом (1). Для збереження певного положення й різання ґрунту з мінімальними витратами енергії відвал (1) з одного боку утримується гідророзкосом (19), з іншого – жорсткою тягою. Гідророзкіс приєднаний до гідросистеми трактора та здійснює перекошування відвалу в поперечній площині. Бульдозер обладнаний двома гідроциліндрами (3) підймання-опускання.

Для підвищення експлуатаційних якостей бульдозера система підймання й опускання відвалу оснащується гвинтовими або гідрорегульованими розкосами, а також двома гідроциліндрами (3), які встановлюють відвал у нижнє (I), робоче (II), транспортне (III) і проміжне положення. Привід гусеничного рушія (гусениць 17) здійснюється від двигуна (10) через муфту

зчеплення (11), коробку передач (13), задній міст (14) і приводні зірочки (15). Управління трансмісією, основним і додатковим технологічним обладнанням здійснюється з кабіни (12).

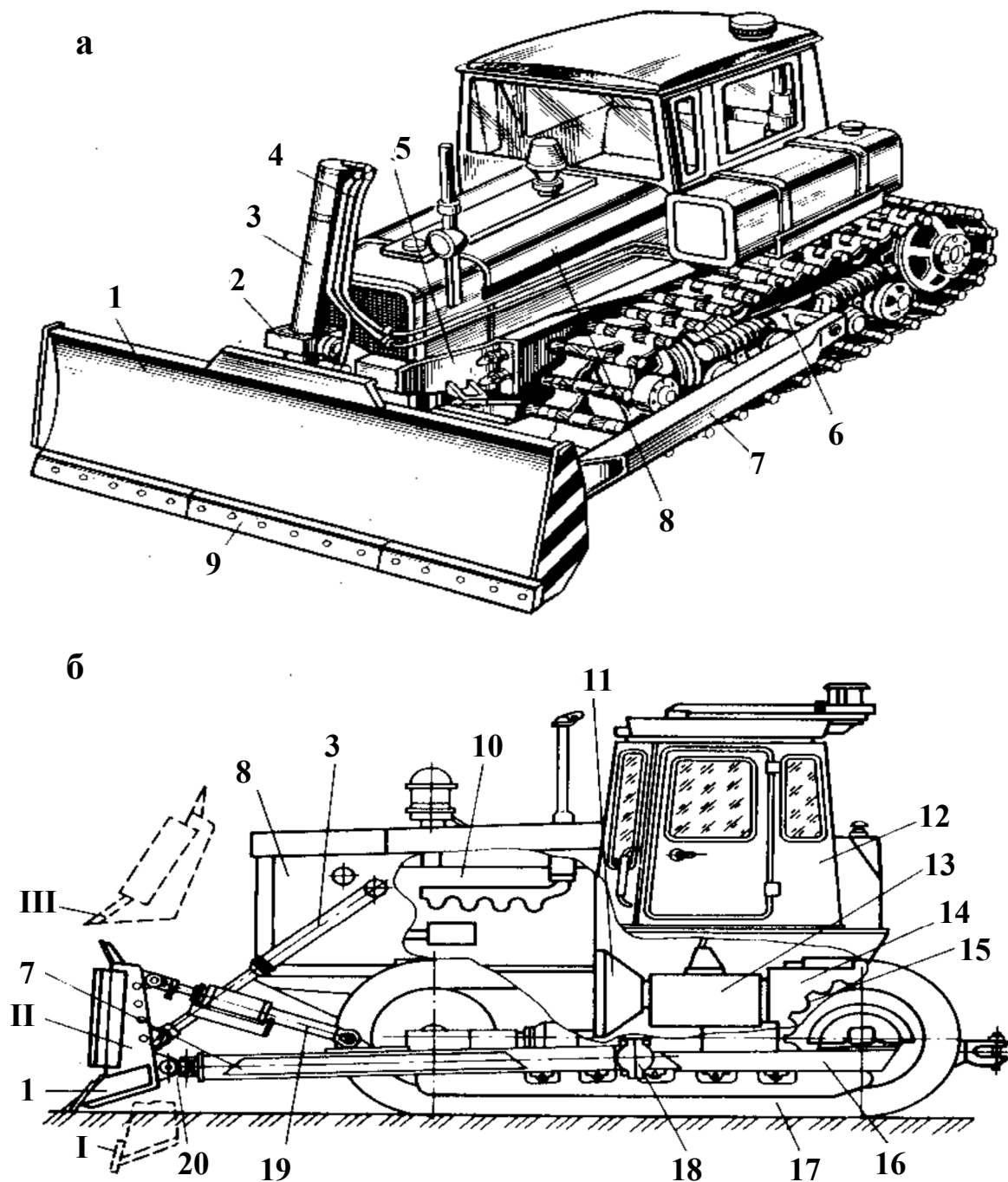


Рисунок 3.5 – Гусеничні бульдозери з неповоротними відвалами:

а – з жорсткими штовхальними брусами; б – із шарнірними брусами; 1 – відвал; 2 – несуча рама; 3 – гідроциліндр підйому-опускання відвалу; 4 – рукав; 5 – підрамник; 6 – поперечна балка; 7 – штовхальний брус; 8 – трактор; 9 – ніж; 10 – двигун; 11 – муфта зчеплення; 12 – кабіна; 13 – коробка передач; 14 – задній міст; 15 – зірочка; 16 – гусеничний візок; 17 – гусениця; 18 – шарнір; 19 – гідророзкіс; 20 – універсальний шарнір; I, II, III – нижнє, робоче й транспортне положення відвалу

Робоче обладнання бульдозера з неповоротним відвалом і гідроперекосом (рис. 3.6) складається з відвалу (15), двох штовхальних брусів (9, 12) гідророзкосу (11), гвинтового розкосу (6), механізму компенсації (підкосу) (8) і двох запряжних шарнірів (10), якими обладнання кріплять до рам гусеничних візків трактора. Шарнір становить хрестовину (13), до якої на двох взаємоперпендикулярних пальцях (14) шарнірно під'єднані відвал (15) і штовхальні бруси (9, 12). Шарніри дають змогу штовхальним брусам повертатися у вертикальній і горизонтальній площинах у разі перекосу відвалу. Гідророзкіс (11) і гвинтовий жорсткий розкіс (6), встановлені в площинах лівого і правого штовхальних брусів відповідно, утримують відвал в робочому положенні. Один бік розкосів прикріплений до штовхальних брусів, інший – до відвалу за допомогою двох пальців. Пальці зафіксовані від поперечного зміщення циліндричними штифтами зі шплінтами.

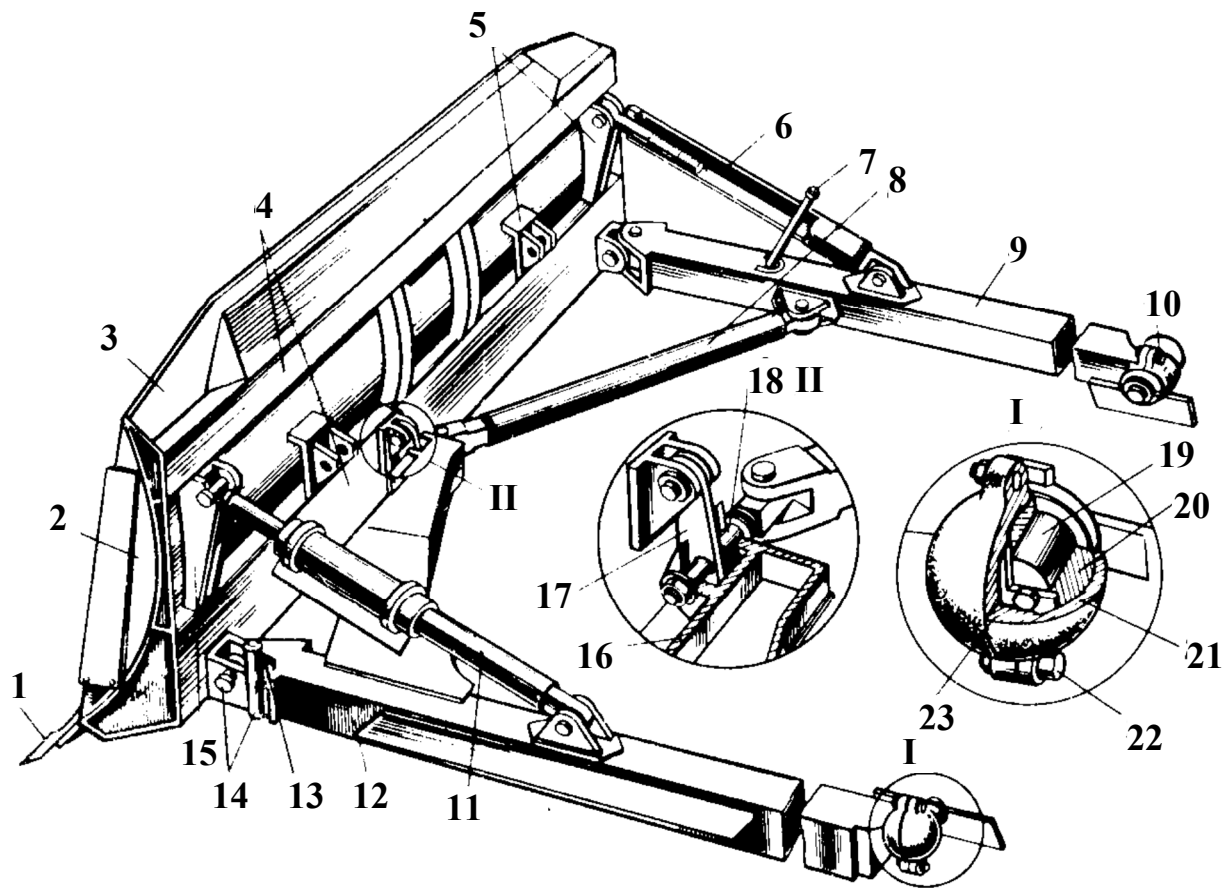


Рисунок 3.6 – Робоче обладнання бульдозера з неповоротним відвалом і гідроперекосом:
 1 – ніж; 2 – щока; 3 – козирок; 4 – пояси жорсткості; 5, 16 – кронштейни; 6 – гвинтовий розкіс; 7 – руків'я; 8 – механізм компенсації перекосу; 9, 12 – штовхальні бруси; 10 – упряжний шарнір; 11 – гідророзкіс; 13 – хрестовина; 14, 18, 19 – пальці; 15 – відвал; 17 – сережка; 20 – втулка; 21 – напівсфера; 22 – кріпильний болт; 23 – прокладки;
 I – розріз упряжного шарніра; II – під'єднання штовхального бруса (12) і механізму компенсації перекосу (8) до відвалу

Гідророзкіс (11) здійснює перекошення відвалу в поперечній площині й становить собою гідроциліндр подвійної дії. У разі висунення штока гідророзкосу бульдозерний відвал повертається в поперечній площині направо по ходу машини (за годинниковою стрілкою) на кут до 12° ; у разі його втягування – наліво на той самий кут. Запряжний шарнір виготовлений у вигляді циліндричного пальця (19), на якому закріплена сферична втулка (20) за допомогою шайби й болтів. Втулку охоплюють дві розрізні півсфери (21), одна з яких приварена до кінця штовхального бруса, інша прикріплена до втулки двома болтами (22) з гайками. Для регулювання проміжку в упряжному шарнірі між напівсферами розміщені регулювальні прокладки (23). Щоб захистити поверхні тертя від потрапляння абразивних частинок, шарнір захищений гумовими кільцями. Мастильний матеріал подається в шарнір через прес-маслянку.

Механізм компенсації (8) становить собою циліндричну тягу з вушками. Одним боком він шарнірно з'єднаний із правим штовхальним брусом (9), іншим – із поперечним шарніром, розміщеним у зоні повздовжньої осі на кронштейні лівого штовхального бруса (12). У кронштейні встановлений палець (18) із різьбовим кінцем. Для полегшення складання деталей використовують монтажні прокладки. Палець за допомогою серги (17) шарнірно з'єднаний з відвалом (15). Механізм компенсації забезпечує стійкість відвалу в горизонтальній площині й забезпечує рівномірне передавання поперечних навантажень двом штовхальним брусам.

Штовхальні бруси використовують для передавання тягового зусилля від трактора до відвалу. Вони мають коробчастий перетин і зварені з куточків. До передніх торців брусів приварені литі вушка для кріплення через хрестовини до відвалу, позаду – напівсфери опори запряжних шарнірів. Зверху до коробки брусів приварені кронштейни для установа гвинтового й гідророзкосу. Із зовнішнього боку балки посилені накладками, які також захищають бруси від абразивного зношування. Із внутрішнього боку лівого бруса приварений кронштейн, до якого шарнірно кріплять механізм компенсації.

Гвинтовий розкіс слугує для механічного змінювання кута різання ножів у діапазоні $\pm 10^\circ$ від середнього кута установки, що дорівнює 55° , і вирівнювання відвалу в пряме положення після складання. Розкіс становить трубу, з одного боку якої зроблено отвір для гвинта, а з іншого – вставлене вушко з шестигранником, що вільно обертається, яке фіксується від вільного провертання пружинним стопором. У різьбову частину труби ввернуто гвинт із головкою, в отвір якої запресовано шарнірний підшипник.

Поворотний відвал (5) (рис. 3.7) становить об'ємну металоконструкцію, зварену з лобового листа криволінійного профілю, із верхнім і нижнім задніми поясами жорсткості (4).

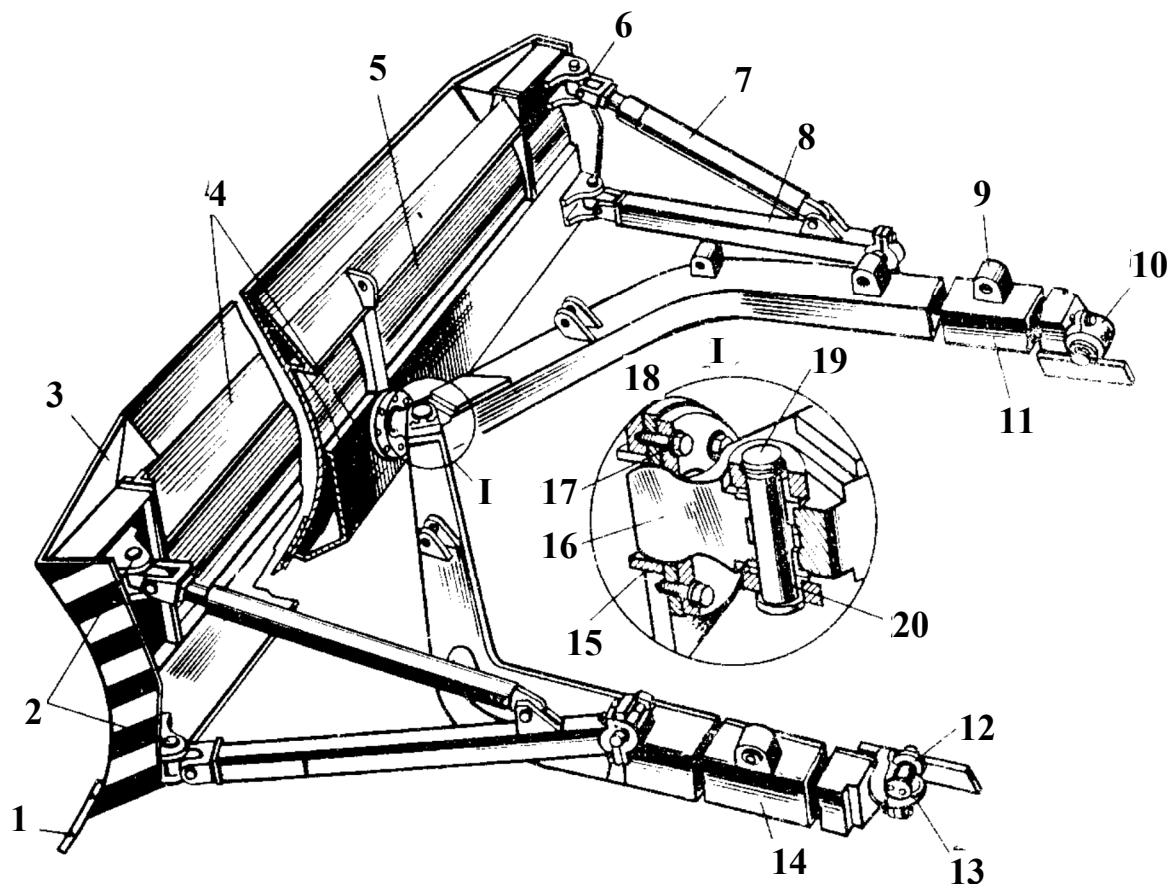


Рисунок 3.7 – Робоче обладнання бульдозера з поворотним відвалом: 1 – ніж; 2, 9 – кронштейни; 3 – козирок; 4 – пояси жорсткості; 5 – відвал; 6 – хрестовина; 7 – розкіс; 8 – штовхач; 10 – упряжний шарнір; 11, 14 – напіврами; 12 – опора; 13 – кришка; 15 – гніздо; 16 – опора; 17 – болт; 18 – напівкришка; 19 – палець; 20 – змінна втулка; I – кріплення відвалу до напіврам 11 і 14

У верхній частині лобовий лист переходить у козирок (3) зі скошеними краями, посилений листовою накладкою по всій довжині відвалу. Збоку торці відвалу закриті бічними щокми. У нижній пояс жорсткості (4) всередині відвалу вварено циліндричне гніздо (15), у яке входить кульова опора (16). Гніздо закрито двома напівкришками (18), прикріпленими до фланця болтами (17). Зі зворотного боку відвалу по краях розміщені верхній і нижній кронштейни (2) для шарнірного кріплення штовхачів і розкосів. У нижній частині лобового листа розташована підножева плита, до якої за допомогою болтів з потайною головкою і гайок кріплять три середні і два бокові ножі (1).

Універсальна рама прямокутного перетину зварена з листового прокату. Раму називають універсальною, оскільки замість бульдозерного відвалу на неї можна навішувати корчівник, снігоочисник та інше обладнання. Вона

складається з двох симетричних лівої і правої напіврам (11, 14), які в передній частині з'єднані шарнірно.

Напіврама (14) закінчується кульовою опорою і вертикальним отвором, напіврама (11) – виделкою з отвором. У вертикальні отвори правої і лівої напіврам запресовані змінні втулки (20). Напіврами з'єднані вертикальним пальцем (19) із фіксатором. До задніх кінців напіврам приварені нерухомі напівсфери. До них на двох болтах прикріплена знімана напівсфера упряжного шарніра (10). Проміжок у шарнірі регулюють зніманими прокладками, затиснутими між напівсферами. До верхньої полиці кожної напіврами приварено по три опорні кронштейни (9), у які вставлені пальці штовхачів. Кількість опор відповідає трьом положенням відвалу (прямому, лівому й правому). На скошеній частині напіврам встановлені кронштейни для кріплення гідроциліндрів підймання-опускання обладнання.

Бульдозери-розпушувачі обладнуються одно- й тризубним навісним розпушувальним обладнанням заднього розташування з гідравлічним управлінням. Розпушувальне обладнання навішують на гусеничні бульдозери з тягачами класу 10, 25, 35, 50 і 75 потужністю 118 ... 636 кВт.

Бульдозери-розпушувачі застосовують для попереднього пошарового розпушування та переміщення щільних кам'янистих, мерзлих і скельних ґрунтів під час влаштування будівельних майданчиків, риття котлованів і широких траншей, а також для злому дорожніх покриттів. Руйнування ґрунтів та порід відбувається під час поступального руху машини й одночасного примусового заглиблення зубів робочого органу до заданої позначки. У процесі розпушування масив ґрунту розділяється на шматки (брили) таких розмірів, які зручні для подальшої їх ефективної розробки, навантаження й транспортування іншими машинами (рис. 3.8).

Розпушування здійснюють паралельними різакми за двома технологічними схемами: без розворотів біля краю майданчика з поверненням машини в початкове положення заднім ходом (човникова схема) і з поворотом розпушувача в кінці кожного проходу (повздовжньо-поворотна схема). Човникова схема найраціональніша при малих обсягах робіт в умовах обмеженого простору, повздовжньо-поворотна – на ділянках великої протяжності. Максимальні величини глибини й ширини захоплення розпушування, робочих швидкостей руху й кількість зубів розпушувача визначаються тяговим класом базової машини.

Найменша глибина розпушування за один прохід повинна на 20...30 % перевищувати товщину стружки ґрунту, що розробляється землерийно-

транспортними машинами, в комплекті з якими працює розпушувач. Розпушування високоміцних ґрунтів зазвичай здійснюється одним зубом.

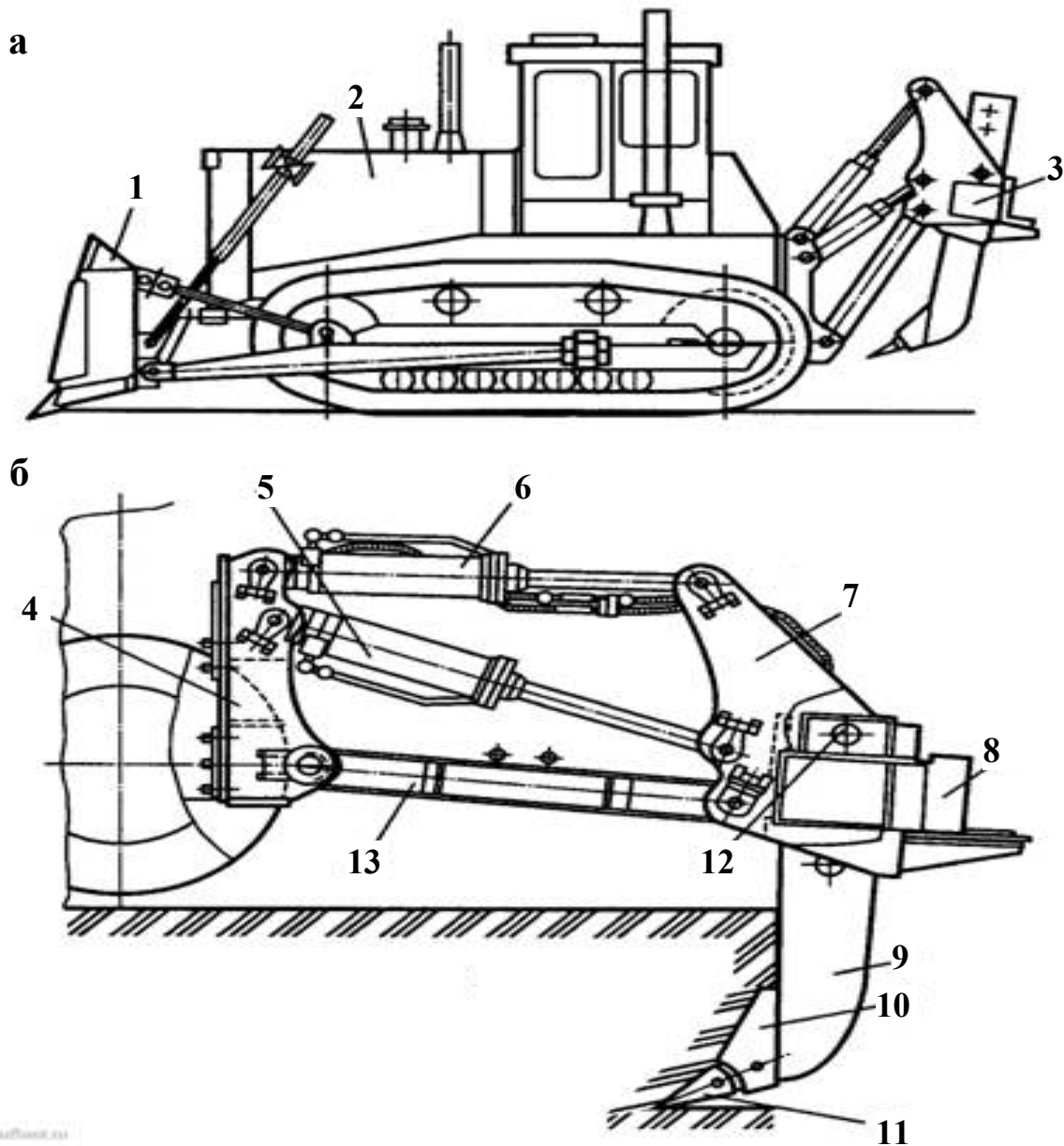


Рисунок 3.8 – Бульдозер-розпушувач на базі трактора: а – загальний вигляд; б – розпушувальне обладнання; 1 – бульдозерне обладнання; 2 – трактор; 3 – розпушувальне обладнання; 4 – опорний кронштейн; 5 – гідроциліндр підймання-опускання розпушувача; 6 – гідроциліндр змінювання кута розпушування; 7 – робоча балка; 8 – буферний пристрій; 9 – зуб; 10 – захисна накладка; 11 – наконечник; 12 – механізм переставляння стояка зуба; 13 – нижня тяга

Робочий орган розпушувача складається з несучої рами, зубів, підвіски й гідроциліндрів управління. Зуби мають змінювані наконечники, лобова поверхня яких захищена зносостійкими пластинами для захисту від абразивного зношування. Для інтенсифікації процесу розпушування на зуби розпушувачів встановлюють розширювачі, які дають змогу за один прохід

зруйнувати великі обсяги матеріалу і виштовхнути кам'яні брили на поверхню. Розширювачі забезпечують стійкість руху базового трактора й роботу розпушувача, майже суцільне руйнування матеріалу між сусідніми борознами, зменшення кількості проходів (рис. 3.9).

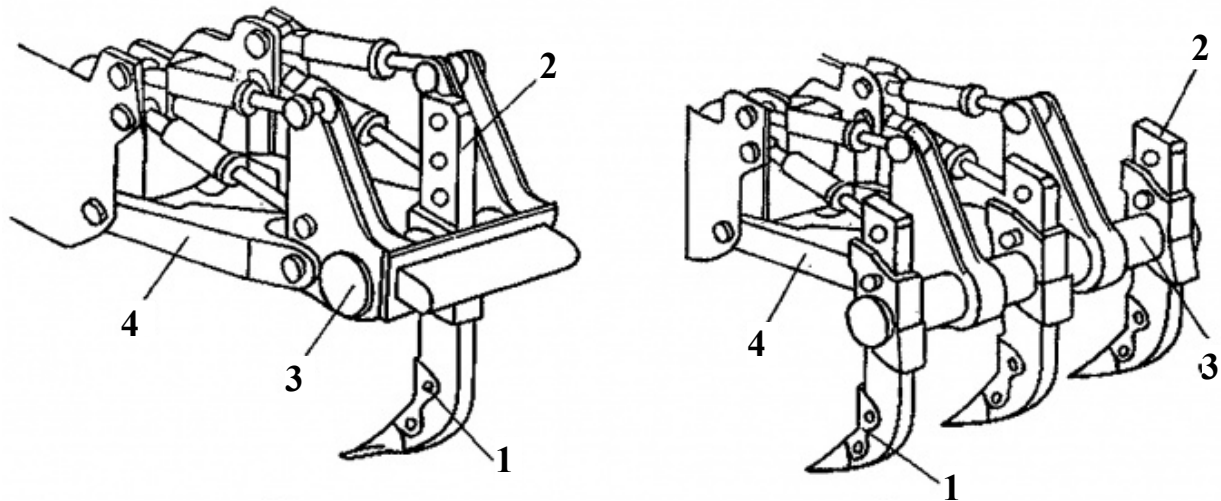


Рисунок 3.9 – Рами кріплення стійок розпушувача: а – внутрішня; б – охоплювальна;
1 – зуб; 2 – стояк; 3 – черевик; 4 – рама

Зуби виконують неповоротними, жорстко закріпленими в кишенях рами й поворотними в плані (на кут $10...15^\circ$ в обидва боки) шляхом їхнього установа-лення в спеціальних кронштейнах-флюгерах, що прикріплюються до рами шар-нірно. Поворотні зуби здатні обходити перешкоди, що трапляються в ґрунті.

Підвіска розпушувача до базової машини чотириланкова (паралело-грамна). Вона забезпечує сталість кута розпушування зубів незалежно від величини їх заглиблення, що при оптимальних значеннях цього кута дає змогу здійснювати процес розпушування зі зниженими енерговитратами, підвищуючи продуктивність розпушувача й зменшуючи зношування наконечників зубів.

Розпушений ґрунт переміщують бульдозерним обладнанням з неповорот-ним відвалом. Бульдозер-розпушувач може обладнуватися поворотним відвалом і універсальної рамою для навішування викорчовувача й кущоріза, а також комплектом змінних розширювачів. Бульдозер-розпушувач на базі трактора з розпушувачем із чотириланковою підвіскою може обладнуватися одним, двома й трьома змінними поворотними зубами, встановленими в поворотному пристрої. Розпушування може здійснюватися одним середнім зубом, двома симетрично поставленими (або всіма трьома) залежно від фізико-механічних властивостей ґрунту і заданих ширини та глибини розпушування. У разі роботи розпушувача з трактором-штовхачем того самого класу, що й базовий трактор, на середній зуб встановлюється буферний пристрій.

Під час роботи бульдозера розрізняють технічну та експлуатаційну продуктивності. Технічна показує найбільший об'єм ґрунту, який машина може розробити й перемістити за одиницю часу за найсприятливіших умов.

Технічну продуктивність бульдозера визначають за формулою, м³/см:

$$П_T = \frac{3\,600 \cdot V_{\text{пр}} \cdot K_y \cdot K_c}{T_{\text{ц}}},$$

де $V_{\text{пр}}$ – обсяг призми волочіння, м³;

K_y – коефіцієнт ухилу місцевості (табл. 3.1);

K_c – коефіцієнт збереження ґрунту під час транспортування ($K_c = 1 - 0,005l_{\text{тр}}$);

$T_{\text{ц}}$ – час робочого циклу, с.

Таблиця 3.1 – Значення коефіцієнта ухилу місцевості

Кут підйому, °	K_y	Кут нахилу, °	K_y
0...5	1,00...0,67	0...5	1,00...1,33
5...10	0,67...0,50	5...10	1,33...1,94
10...15	0,50...0,40	10...15	1,94...2,25
		15...20	2,25...2,68

Продуктивність бульдозера значною мірою залежить від обсягу призми волочіння (кількості ґрунту, переміщуваного за один робочий цикл), який визначається з урахуванням того, що ґрунт розташовується під кутом природного укосу φ_0 (град):

$$V_{\text{пр}} = \frac{L \cdot H^2}{2 \cdot K_p \cdot \text{tg} \cdot (\varphi_0)},$$

де L – ширина відвалу, м;

H – висота відвалу, м;

K_p – коефіцієнт розпушення ґрунту, що залежить від його вологості й пластичності ($K_p = 1,10...1,35$).

Кут природного укосу φ_0 залежно від різновиду ґрунту позначається в межах 35...40°.

Тривалість операцій робочого циклу: копання (t_k), транспортування ($t_{\text{тр}}$) і зворотного ходу (t_o) визначається за формулами:

$$t_k = \frac{l_k}{v_k}; t_{\text{тр}} = \frac{l_{\text{тр}}}{v_{\text{тр}}}; t_o = \frac{l_k + l_{\text{тр}}}{v_o},$$

де $l_k, l_{\text{тр}}$ – довжина ділянки копання й транспортування ґрунту, м;

$v_k, v_{\text{тр}}, v_o$ – швидкість бульдозера під час копання, транспортування й зворотного ходу відповідно, м/с.

Шлях копання залежить від обсягу призми волочіння ($V_{\text{пр}}$) і глибини копання (h), м:

$$l_{\text{к}} = \frac{V_{\text{пр}}}{Lh}.$$

Технічна продуктивність бульдозера ($\text{м}^2/\text{год}$) під час планувальних робіт визначається за формулою:

$$П_{\text{пл}} = \frac{3\,600l(L\sin\varphi - b)}{n_{\text{пр}}(\frac{l}{v_{\text{пл}}} + t_{\text{пов}})},$$

де l – довжина планованої ділянки ($l_{\text{к}} + l_{\text{тр}}$);

b – ширина перекриття ($b = 0,2 \dots 0,3$ м);

$n_{\text{пр}}$ – кількість проходів по одному сліду ($1 \dots 3$);

$v_{\text{пл}}$ – швидкість бульдозера під час виконання планувальних робіт, м/с;

$t_{\text{пов}}$ – час одного повороту ($5 \dots 6$ с);

φ – кут установлення відвалу в плані, град.

Технічна продуктивність розпушувача ($\text{м}^3/\text{год}$) визначається за формулою:

$$Пр = \frac{3\,600 B l_{\text{р}} h_{\text{р}} K_{\text{пер}} K_{\text{пр}}}{(\frac{l_{\text{р}}}{v} + t_{\text{пов}}) n_{\text{пр}}},$$

де B – ширина розпушування ($B = 1,75 \dots 2,50$ м);

$l_{\text{р}}$ – довжина ділянки розпушування ($l_{\text{р}} = l = l_{\text{к}} + l_{\text{тр}}$);

$h_{\text{р}}$ – товщина розпушуваного шару;

$K_{\text{пер}}$ – коефіцієнт перекриття ($K_{\text{пер}} = 0,75$);

$K_{\text{пр}}$ – коефіцієнт різновиду проходів (при паралельних проходах $K_{\text{пр}} = 1$, при перехресних – $K_{\text{пр}} = 2$);

v – робоча швидкість розпушування ($0,7 \dots 1,4$ м/с).

Експлуатаційна продуктивність машини визначається за годину або зміну роботи і враховує простоювання машини внаслідок необхідності проведення позмінного технічного обслуговування, поломок, відпочинку машиніста:

$$П = П_{\text{тех}} T K_{\text{в}},$$

де $П_{\text{тех}}$ – годинна технічна продуктивність;

T – тривалість зміни, год;

$K_{\text{в}}$ – коефіцієнт використання машини за часом ($0,85 \dots 0,95$).

Вихідні дані для проведення розрахункових досліджень залежності продуктивності бульдозера від параметрів відвалу наведені в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Вихідні дані для розрахунку бульдозера

Показник	Номер варіанта									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Розміри відвалу, м:										
– ширина L ,	2,56	3,97	2,60	4,12	3,64	2,86	3,60	4,00	2,90	3,00
– висота B	0,80	1,00	0,90	1,00	1,23	0,95	0,80	1,00	0,90	1,25
Кут різання β , град	55	60	55	55	45	55	55	60	50	45
Кут установлення відвалу в плані ϕ , град	90	65-90	90	65-90	90	65	90	60	60	50
Швидкості руху, км/год:										
– під час копання,	2,42	2,36	3,47	3,20	2,85	3,47	2,42	3,47	3,20	3,47
– під час транспортування,	3,04	3,78	4,66	3,92	5,04	4,66	3,04	4,51	4,00	4,70
– під час зворотнього ходу,	3,65	4,51	3,65	4,54	6,95	6,35	3,65	4,66	4,54	6,90
– під час планування	3,04	3,78	4,66	3,92	5,04	4,66	3,04	4,51	4,00	4,70
Глибина копання l , м	0,07	0,16	0,12	0,18	0,20	0,15	0,10	0,08	0,15	0,15
Довжина планованої ділянки l , м	50	70	90	70	100	110	120	90	100	150

Послідовність виконання роботи:

1. Вивчити пристрої і принципи роботи бульдозерів і розпушувачів.
2. На підставі навчальних макетів і методичної літератури вивчити призначення, пристрій і конструктивні особливості бульдозерів і розпушувачів.
3. Відповідно до завдання розрахувати продуктивність бульдозера.

Зміст звіту по лабораторній роботі:

1. Розкрити мету, накреслити принципові схеми бульдозерів і розпушувачів, указати найменування базових вузлів, описати їх призначення і конструктивні особливості.

2. Привести методику, провести розрахунок і побудувати графічні залежності $P_e = f(H, L)$. Для цього під час розрахунків необхідно задаватися постійним значенням довжини L і змінними значеннями висоти H з кроком 0,05 м, і навпаки: при постійному значенні висоти H задаватися змінними значеннями довжини L з кроком 0,2 м. Наприклад, для $H = 0,80$ м L матиме значення 2,4; 2,6; 2,8; 3,0; 3,2 м, а для $L = 2,8$ м H набуде значень 0,70; 0,75; 0,80; 0,85; 0,90 м.

3. На підставі аналізу отриманих результатів сформулювати висновки.

Запитання для самостійної перевірки знань:

1. Види робіт, що виконуються бульдозером.
2. Базові вузли бульдозера і розпушувача.
3. Класифікація технологічного обладнання бульдозерів і розпушувачів.
4. Базові геометричні параметри робочого обладнання бульдозера-розпушувача.
5. Робочий цикл бульдозера (розпушувача).
6. Відмінності бульдозерів з поворотним і неповоротним відвалами.
7. Технічна та експлуатаційна продуктивності бульдозерів і розпушувачів.
8. Уплив основних параметрів бульдозерів і розпушувачів на їх продуктивність.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 4

ВИВЧЕННЯ КОНСТРУКЦІЙ ПРИЧІПНИХ І САМОХІДНИХ СКРЕПЕРІВ

Мета роботи: вивчити призначення, класифікацію, пристрій і робочий процес скрепера, навести принципову конструктивну схему й коротку технічну характеристику скрепера, вивчити його робочий процес.

Обладнання, що застосовується: добірка плакатів (скрепери).

Підготовка до заняття: вивчити класифікацію і пристрій скрепера.

Скрепер – це землерийна машина, призначена для пошарового копання ґрунту, його транспортування, відсипання й розрівнювання на місці укладання.

Спільним для всіх типів скреперів є те, що вони складаються з двох головних частин – скреперного обладнання та базової машини. Скреперне обладнання включає ківш і механізми управління. Як базові машини використовують гусеничні й колісні трактори, одновісні колісні трактори.

До причіпних скреперів (рис. 4.1) належать машини, що буксируються колісними або гусеничними тракторами (1). У цих машин все навантаження, зокрема й маса ґрунту в ковші (7), передається на передні, з'єднані з ковшем за допомогою рами (4), і задні (6) колеса скрепера.

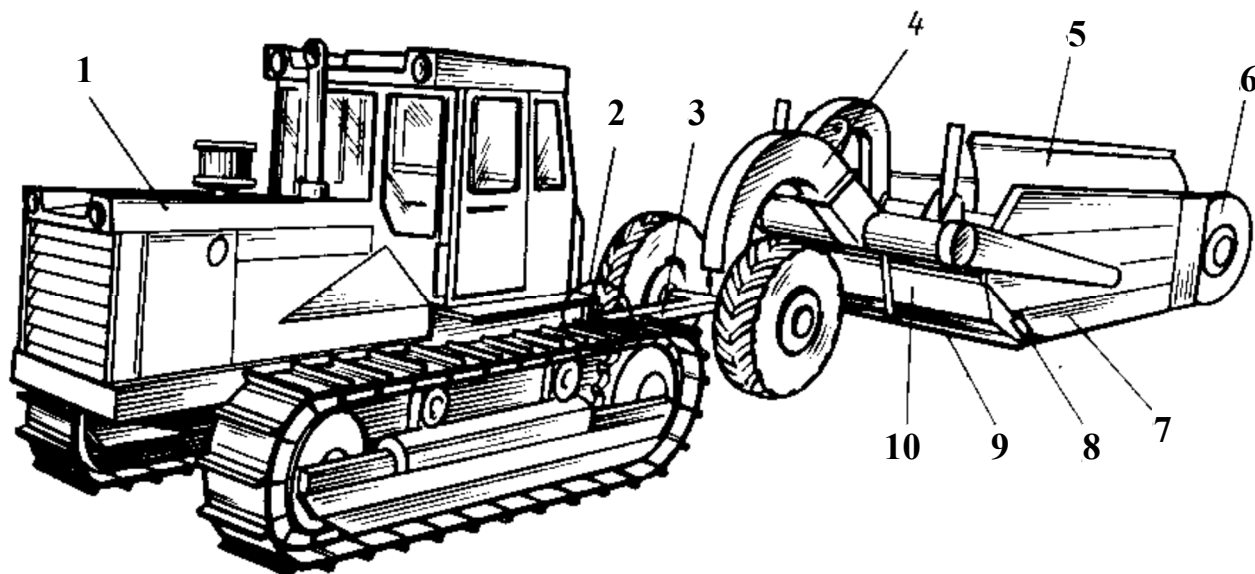


Рисунок 4.1 – Причіпний скрепер: 1 – трактор; 2 – зчіпний пристрій; 3 – вісь; 4 – рама; 5 – задня стінка; 6 – заднє колесо; 7 – ківш; 8, 9 – ножі; 10 – заслонка

До того ж передня вісь з'єднана зі зчіпним пристроєм (2) трактора (1) і має три ступені свободи щодо рами (4). Товщина шару зніманого ґрунту залежить від величини заглиблення ножів (9) і величини відкриття заслонки (10). Для поліпшення процесу різання й зниження виниклих навантажень під час заповнення ковша (7) ґрунтом його обладнують бічними ножами (8).

Транспортований ґрунт вивантажують за допомогою переміщення задньої стінки (5). Причіпні скрепери з гусеничними тракторами різняться хорошою прохідністю і можуть працювати в умовах роздоріжжя. Унаслідок значної сили тяги ці машини можуть самостійно заповнювати ківш практично на всіх видах ґрунтів. Низькі швидкості гусеничних тракторів обмежують продуктивність причіпних скреперів, тому їх доцільно застосовувати в разі важких дорожніх умов. Причіпні скрепери працюють при дальності транспортування ґрунту від 100 до 1 000 м. Якщо виникає необхідність транспортувати ґрунт понад 1 км, вони поступаються в рентабельності автомобілям-самоскидам, завантажуваних екскаваторами. У разі дальності транспортування менш ніж на 100 м доцільніше застосовувати бульдозери.

Напівпричіпні скрепери (рис. 4.2) складаються з двох частин – пневмоколісного тягача сідельного типу й скреперного обладнання.

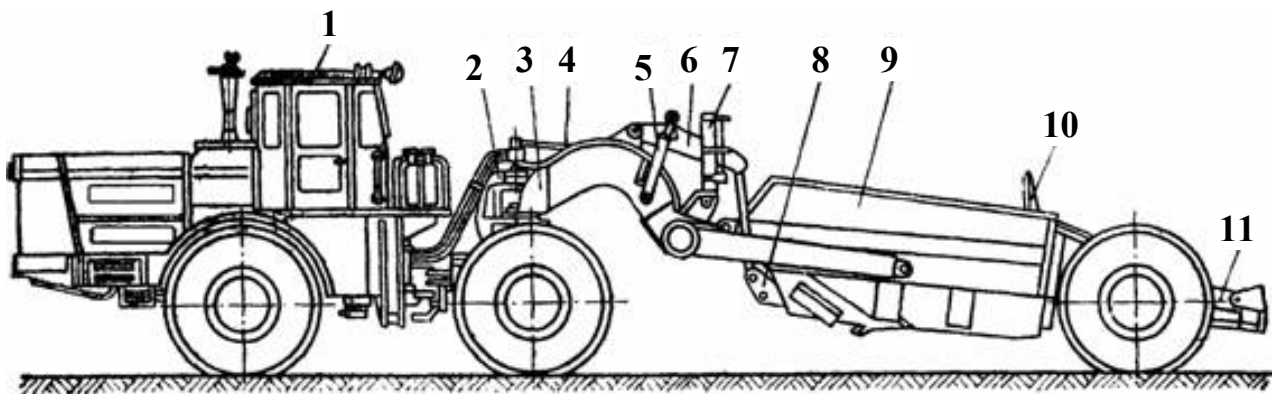


Рисунок 4.2 – Напівпричіпний скрепер з двохосьовим тягачем (трактором): 1 – трактор; 2 – сидельно-зчіпний пристрій; 3 – рама; 4 – рукава й трубопроводи; 5 – гідроциліндр управління заслонкою ковша; 6 – механізм управління заслонкою ковша; 7 – гідроциліндр підймання й опускання ковша; 8 – заслонка ковша; 9 – ківш; 10 – задня стінка ковша; 11 – гідроциліндр управління стінкою ковша

До того ж тягове й скреперне обладнання загалом становить єдину машину. У разі необхідності колісний тягач можна від'єднати від скреперного обладнання й використати для інших цілей на будівництві. У напівпричіпних скреперів частина їх конструктивної ваги й ваги ґрунту в ковші передається як вертикальне довантаження на провідну вісь тягача, збільшуючи його зчіпну вагу й підвищуючи внаслідок цього тягову характеристику машини.

Самохідні скрепери становлять тягач (1), з'єднаний із ковшем (4), що має заслонку й задню стінку, за допомогою сидельно-зчіпного пристрою (2) і тягової рами (3). Усі ходові колеса самохідних скреперів приводні. Конструктивна вага, а також вага ґрунту в ковші розподіляються на

передню й задню осі приблизно порівну, що позитивно впливає на тягову характеристику машини (рис. 4.3).

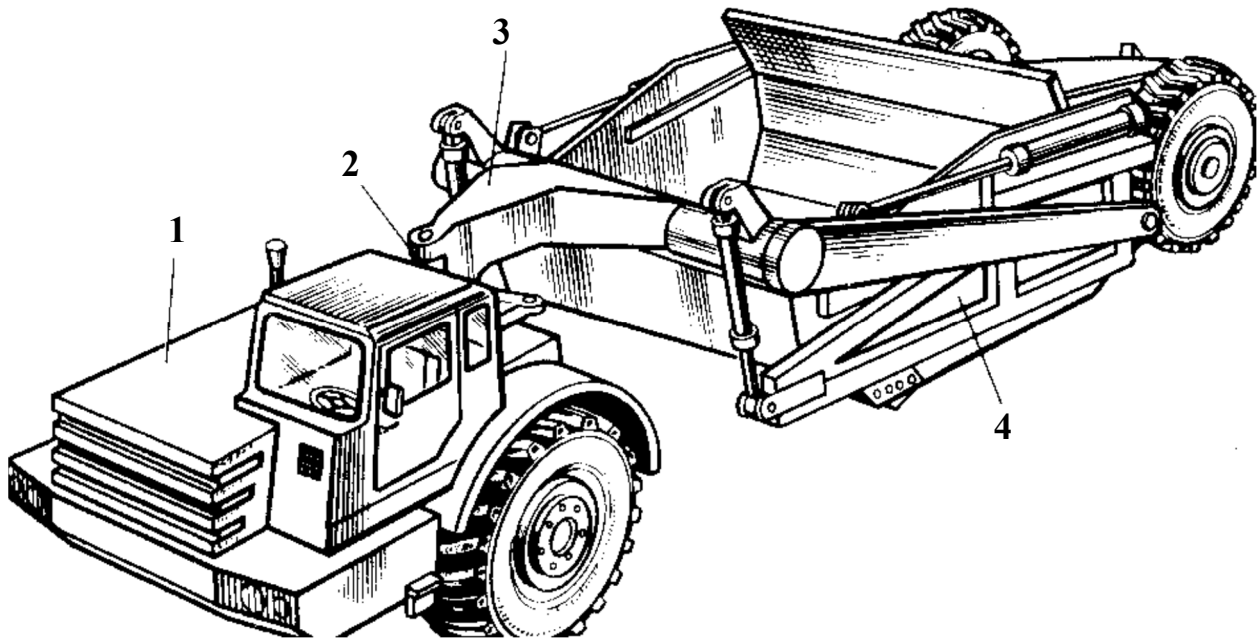


Рисунок 4.3 – Самохідний двовісний скрепер: 1 – тягач; 2 – сидельно-зчіпний пристрій; 3 – тягова рама; 4 – ківш із заслонкою й задньою стінкою

Напівпричіпні й самохідні скрепери працюють у поєднанні з базовими пневмоколісними тягачами й використовуються під час дальності транспортування ґрунту від 300 до 3 000 м. Розрізняють скрепери, що заповнюються внаслідок підпору ґрунту під час реалізації тягового зусилля базового тягача. У цьому разі наповнення ковша обумовлено подоланням значних опорів.

Намагання зменшити енергоємність завантаження ковша скрепера спричинило створення скреперів з елеваторним завантаженням, під час якого не потрібно застосовувати бульдозер-штовхач (див. рис. 4.4).

Дослідні зразки таких скреперів виготовлені з ковшами ємністю 14...20 м³. Ківш скрепера складається з двох бічних стінок і похило приварених до них задньої й передньої торцевих стінок. Над передньою стінкою встановлено похилий елеватор із ковшами скребкового типу, що піднімає ґрунт, зрізаний ножами днища ковша. Піднятий елеватором ґрунт зсипається в ківш скрепера. Для розвантаження ґрунту днище ковша за допомогою гідравлічних штовхачів відкочується назад по ходу машини. Привід елеватора механічний (від вала відбору потужності) або гідравлічний. Елеваторне завантаження забезпечує високий коефіцієнт наповнення ковша незалежно від глибини проходження різального інструмента в ґрунт і його фізико-механічних властивостей.

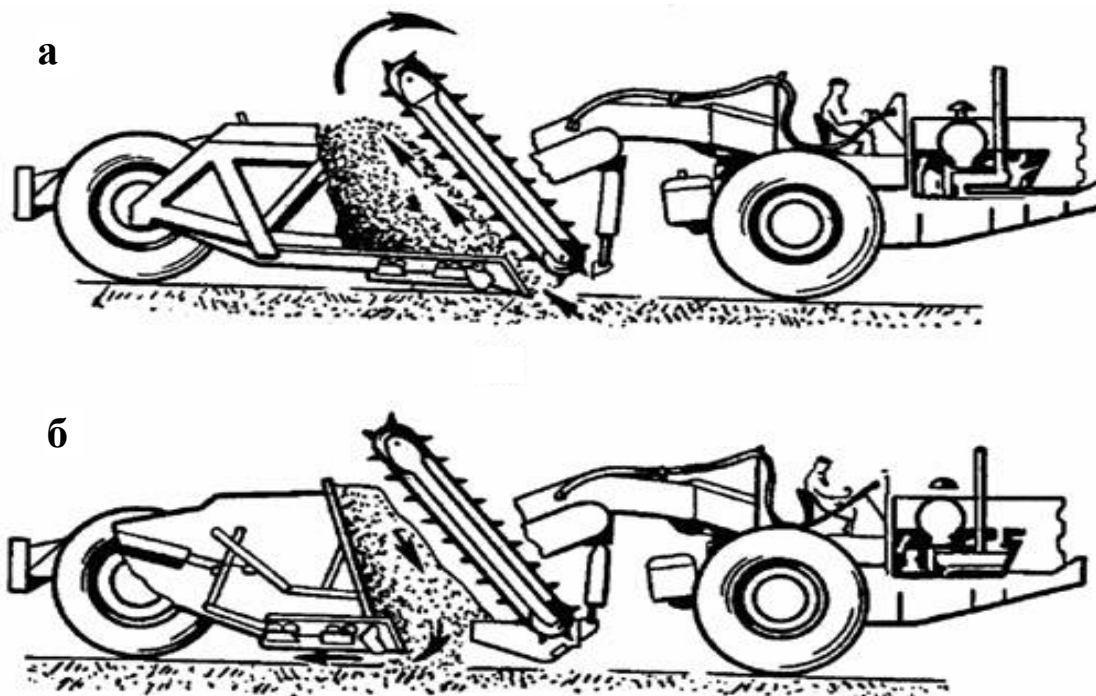


Рисунок 4.4 – Принципова схема напівпричіпного скрепера з елеваторним завантаженням:
а – набирання ґрунту; б – навантаження ґрунту

Перші конструкції скреперів обладнувалися канатним управлінням і складалися з рами, ковша, днища, заслонки, передньої осі, дишла, колісного ходу й канатного управління. Конструкція скрепера (див. рис. 4.5) забезпечує збільшення терміну використання канатів унаслідок зменшення перегинів і значно кращого розвантажування ковша, що досягається внаслідок змінювання точки підвішування днища.

Передня рама обладнана звареною конструкцією, що складається з хобота, поперечної балки, виконаної з труби, і повздовжніх важелів. Вигин хобота у вигляді арки необхідний для того, щоб у разі крутого повороту скрепера переднє колесо не чіплялося за хобот, наїжджаючи на височину. Важелі мають вушка для шарнірного прикріплення до стінок ковша. Передня частина хобота за допомогою шарніра з'єднується з передньою віссю скрепера. До передньої рами приварені петлі обійм приймальних блоків для канатів, що виходять із лебідки. За допомогою канатного управління піднімають ківш, передню заслонку і днище із задньою стінкою. Під час змотування каната барабаном лебідки спочатку піднімають заслонку, потім задню стінку й днище ковша. Під час розвантаження спочатку відкривається передня заслонка, а потім піднімається днище. Підняти днище, не піднімаючи заслонки, неможливо.

Ківш одночасно є задньою рамою скрепера й складається з двох бічних стінок, виконаних з листової сталі й посилених зовнішніми накладками зі швелерів. Бічні стінки з'єднані поперечиною: передньою балкою, ножовою

плитою, балками (задніми, нижньою й верхньою), до яких приварені кронштейни для кріплення осей задніх коліс.

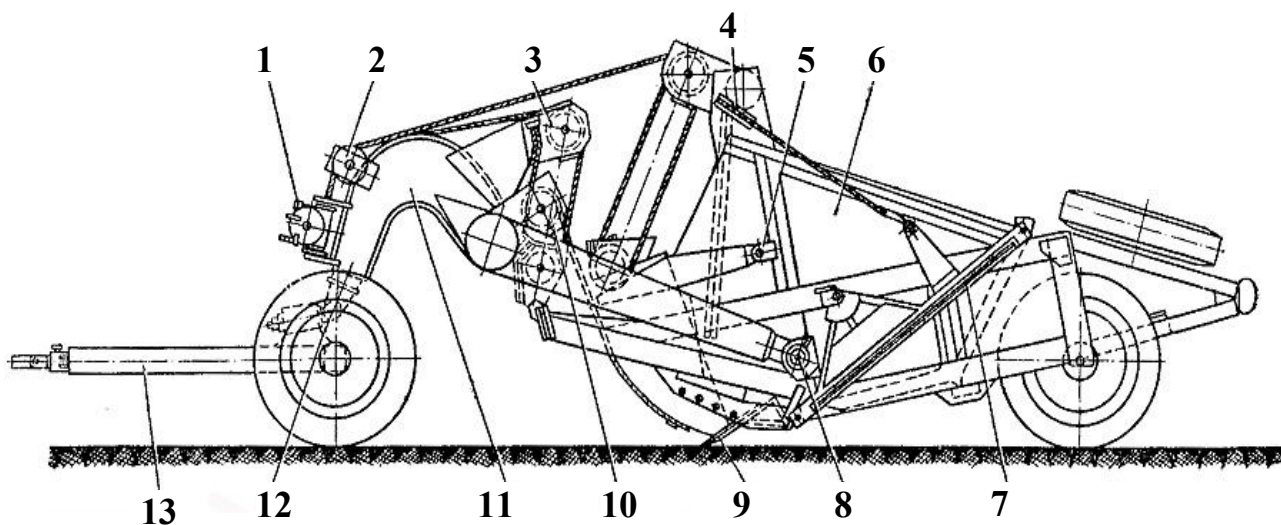


Рисунок 4.5 – Схема скрепера з канатним управлінням: 1 – флюгерні блоки; 2 – напрямні блоки; 3 – поліспаст підйому ковша; 4 – поліспаст підйому днища; 5 – шарнір заслонки; 6 – ковш; 7 – днище; 8 – упряжний шарнір; 9 – ножі; 10 – механізм примусового підйому; 11 – хобот; 12 – шворінь; 13 – дишло

Угорі бічні стінки з'єднані трубчастою балкою, на якій монтують блоки поліспастів, що піднімають днище й передню заслонку. Бічні стінки, з'єднані поперечними зв'язками, утворюють жорстку конструкцію, внутрішня порожнина якої є корисним об'ємом ковша. Днище ковша суцільнозварне й слугує одночасно задньою стінкою.

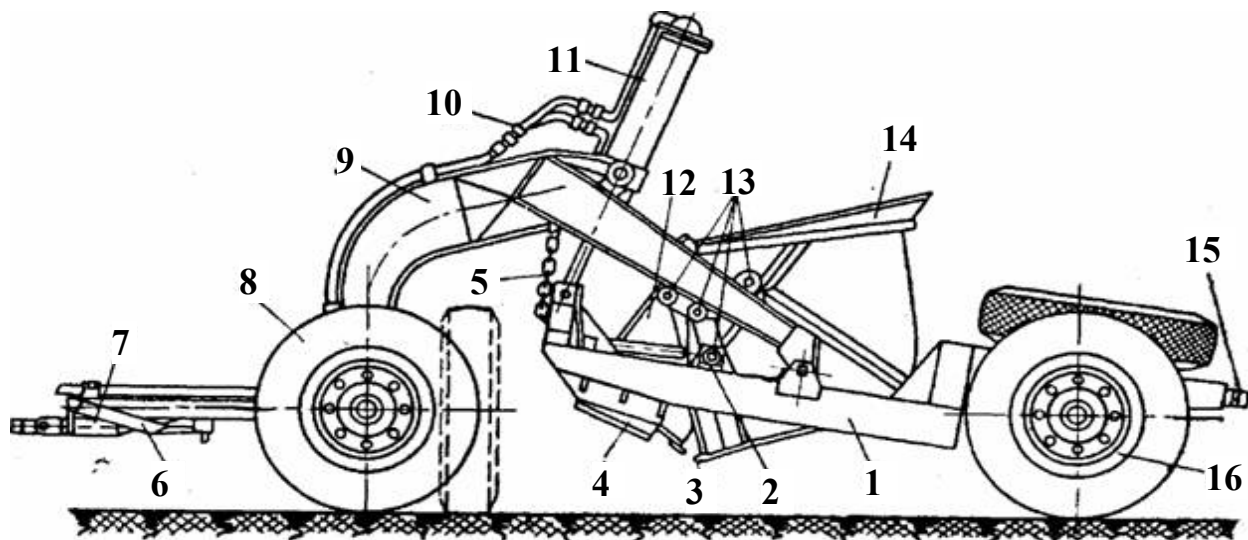


Рисунок 4.6 – Причіпний скрепер із гідравлічним управлінням: 1 – рама; 2 – вісь обертання ковша; 3 – ножі; 4 – бічні ножі; 5 – ланцюг транспортної підвіски; 6 – транспортне зчеплення; 7 – головне зчеплення; 8 – передні колеса; 9 – дишель; 10 – трубопроводи; 11 – гідравлічний циліндр; 12 – передня заслонка; 13 – шарнірно-важільний механізм; 14 – ківш; 15 – задній буфер; 16 – задні колеса

Найбільшого поширення набуває гідравлічна система управління. Головною перевагою гідравлічного механізму є можливість реверсувати діючі зусилля. Під впливом гідравлічного циліндра подвійної дії вся вага скрепера зосереджується на різальних ножах, і врізання ковша в ґрунт здійснюється на мінімальному шляху (рис. 4.6).

Скреперне обладнання причіпних скреперів різних типорозмірів однотипне за влаштуванням. Воно складається з передньої осі, тягової рами, ковша із заслонкою і задньою стінкою, яка пересувається по напрямних за допомогою гідроциліндра, коліс і гідросистеми. Заслонка приводиться в дію гідроциліндром через важіль і тягу. Підйом і опускання ковша здійснюється гідроциліндрами.

Передня вісь (рис. 4.7) призначена для передавання сили тяги трактора тяговій рамі (10) скрепера. Вісь (4) виконана у вигляді зварної Т-подібної балки з коробчастим перетином, укріпленої розкосинами. На передньому кінці повздовжньої балки осі встановлено тяговий шкворінь, що складається із сережки (1) і вилки (2). За допомогою сережки (1) скрепер з'єднаний із причіпним пристроєм трактора. На перетині повздовжньої і поперечної балок розміщене гніздо для установа кульового шкворня (7), який кришкою (5) через прокладки (6) і вкладиш (8) болтами притиснутий до кульової опори рами (10). Конічний хвостовик шкворня (7) утримується в гнізді двома болтами (11).

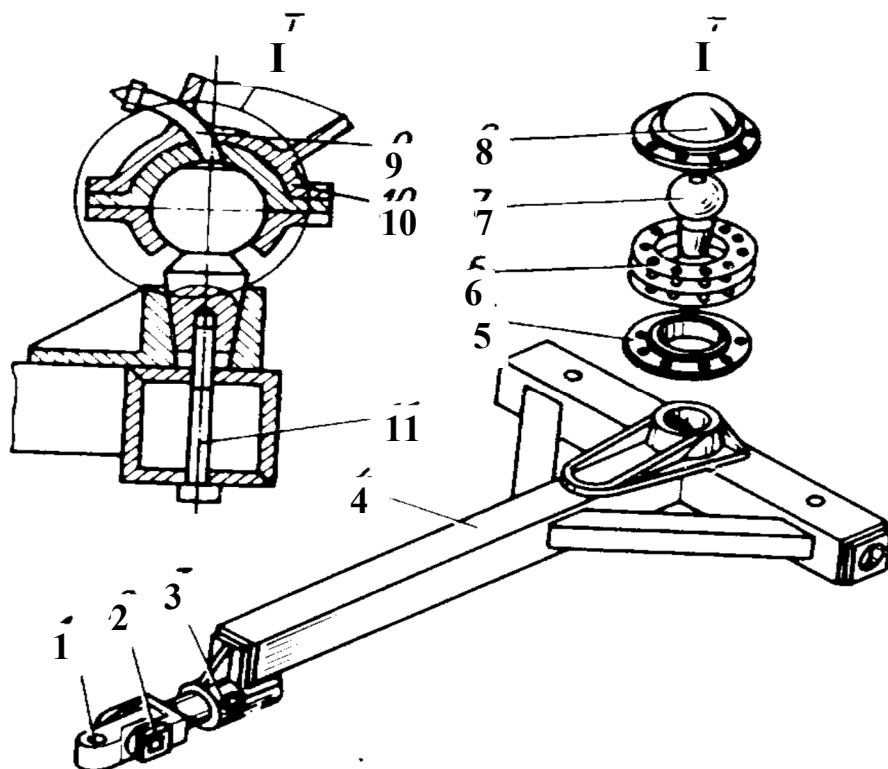


Рисунок 4.7 – Передня вісь у зборі: 1 – сережка; 2 – вилка; 3, 9 – маслянки; 4 – вісь; 5 – кришка; 6 – прокладка; 7 – шкворінь; 8 – вкладиш; 10 – рама; 11 – болт

Шарнірне з'єднання з трактором, а також використання кульового шкворня в поєднанні з рамою (10) забезпечують вільне змінювання положення осі (4) щодо трактора й рами (10) під час поворотів скрепера в русі по нерівній поверхні дороги. В осі (4) за допомогою прокладок (6) регулюють проміжок між кульовою голівкою шкворня (7) і кульовою опорою, утвореною кришкою (5) і вкладенем (8). Додаючи прокладки, проміжок збільшують, знімаючи прокладки – зменшують. Проміжок необхідно відрегулювати так, щоб рама (10) вільно прокочувалася на кульовій опорі. У передній осі змащують опору хвостовика вилки (2) через маслянку (3) і сферичну поверхню шкворня (7) – через маслянку (9).

Тягова рама (рис. 4.8) призначена для передавання сили тяги трактора ковшу і з'єднання передньої осі з ковшем скрепера. Рама складається зі зварених між собою хобота (1), поперечної балки (2) і двох запряжних тяг (4).

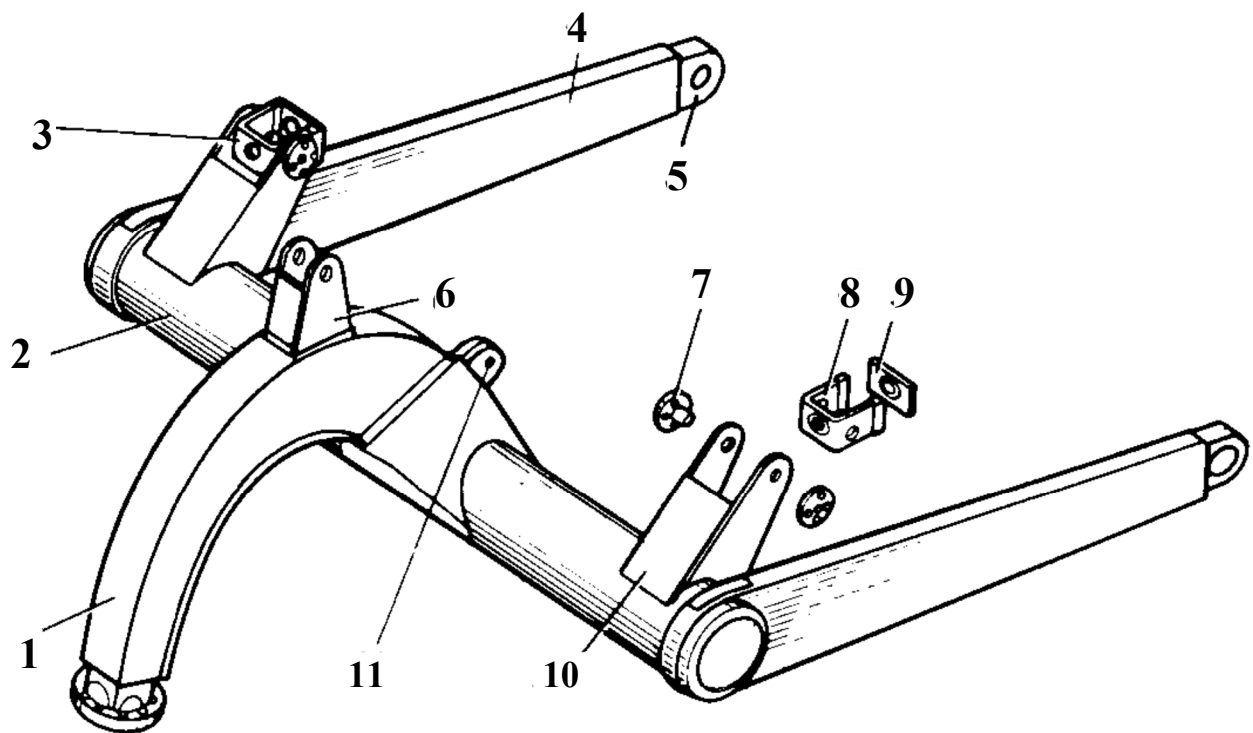


Рисунок 4.8 – Тягова рама: 1 – хобот; 2 – балка; 3, 6, 11 – кронштейни; 4 – тяга; 5 – цапфа; 7 – втулка; 8 – скоба; 9 – кришка; 10 – опора

Хобот (1) становить кривий брус із коробчастим перетином, зварений із листового прокату. Кривизна хобота підібрана з розрахунку вільного проходження коліс скрепера при повороті передньої осі щодо ковша на 90° і поперечному нахилі до $15...20^\circ$. До передньої частини хобота приварена кульова опора для з'єднання зі шкворнем. На хоботі розміщені кронштейни (6, 11) для кріплення важеля й гідроциліндра управління заслонкою. Хобот приварений до балки (2). Для посилення зварного з'єднання і самої металоконструкції

хобота в місці його стику з балкою передбачені коробчасті й листові накладки жорсткості. Балка (2) виготовлена з труби, до кінців якої приварені тяги (4). На поперечній балці виконані опори (10) для установлення кронштейнів (3). За їхньою допомогою кріплять гідроциліндри підйому ковша. Ці кронштейни складаються зі скоби (8) і кришки (9). У рамці кронштейна передбачені поперечні й повздовжні розточення для шарнірного кріплення цапф гідроциліндрів, що уможливорює їхнє розгойдування у двох площинах. Це необхідно у разі змінювання положення ковша по висоті і його перекошення. Упряжні тяги коробчастого перетину зварені з товстолистового прокату. На кінцях тяг приварені цапфи (5) для з'єднання з ковшем.

Ківш (рис. 4.9) слугує робочою ємністю для розроблювального скрепером ґрунту, а також виконує роль несучої рами, що сприймає навантаження від сили тяги, маси машини й ґрунту.

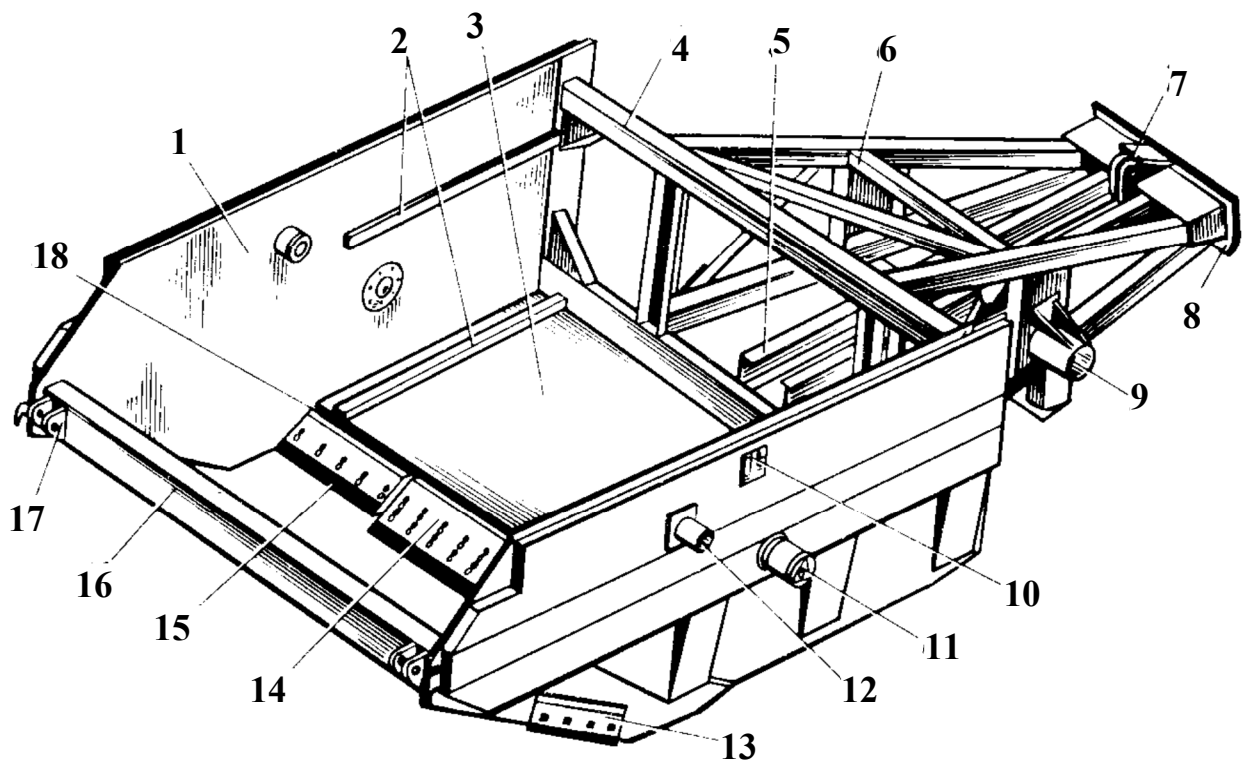


Рисунок 4.9 – Ківш: 1 – стінка; 2 – напрямні смуги; 3 – днище; 4, 16 – зв’язки; 5 – балка; 6 – рама; 7, 17 – вушка; 8 – буфер; 9 – цапфа піввісь; 10 – кришка; 11, 12 – пальці; 13 – підрізний ніж; 14, 15 – середній і боковий ножі; 18 – підножева плита

Спереду ківш опирається на передню вісь і тягову раму через пальці (11), а ззаду – на півосі коліс, встановлені в цапфу (9). Він становить зварену конструкцію, що складається з двох бічних стінок (1), днища (3) і буферної рами (6). Бічні стінки (1) виконані з листового прокату й посилені повздовжніми й поперечними накладками коробчастого перетину. На стінках

розміщені пальці (12) для підвішування передньої заслонки, пальці (11) тягової рами, а також люки, закриті кришками (10) для кріплення гідроліній, розміщених усередині стінки. Права й ліва бічні стінки з'єднані передньою (16), двома задніми зв'язками (4) коробчастого перетину й днищем (3). По краях передньої зв'язки приварені вушка (17) для кріплення головки штоків гідроциліндрів підймання-опускання ковша.

На передніх нижніх крайках бічних стінок, виготовлених зі смуги товстішого листового прокату порівняно з усією іншою стінкою, кріплять ножі (13) для підрізання стружки ґрунту з боків і зменшення його втрат у бічні валки. Днище (3) також коробчастого перетину. Передня частина днища становить потужну підножеву плиту (18), до якої кріплять ножі (14,15).

Буферна рама (6) становить зварену просторову форму з сортового прокату. Рама приварена до задніх зв'язок ковша й утворює з ним єдину металоконструкцію. У рамі розміщені напрямні балки (5) і вушко (7) для установлення штовхача й гідроциліндра висування задньої стінки. Закінчується рама гнучим листом – буфером (8), у який упирається відвал бульдозера-штовхача під час штовхання скрепера в процесі набирання ґрунту або виїзду із забою.

Заслонка (див. рис. 4.10) є передньою стінкою ковша і призначена для регулювання висоти завантажувальної щілини під час набирання ґрунту.

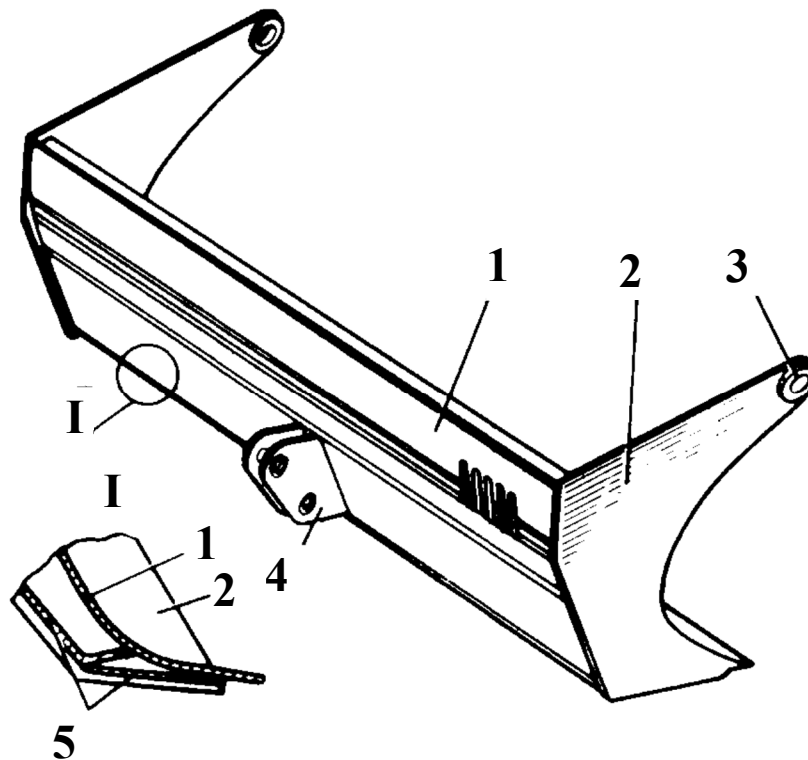


Рисунок 4.10 – Заслонка: 1 – щит; 2 – щока; 3 – вушко; 4 – кронштейн; 5 – накладки;
I – кріплення щоки й щита

Заслонка має зварену конструкцію і складається з лобового щита (1), двох бічних щік (2) з вушками (3). Щит виготовлений з листа, який у верхній частині зігнутий під великим радіусом. Нижня частина щита, що сприймає базове навантаження від призми ґрунту під час набирання й перерізає пласт наприкінці набирання, посилена накладками (5), які разом з основним листом утворюють жорстку конструкцію. Дві щоки зі сталевого листа приварені до торців щита.

На вільному кінці щік передбачені вушка з розточеними отворами для шарнірного кріплення заслонки за допомогою пальців на бічних стінках ковша.

Спереду до щита приварені кронштейни (4) з вушками для кріплення пальців тяги заслонки. Лобовий щит із щоками розміщений усередині ковша, між його боковими стінками.

Задня стінка ковша (див. рис. 4.11) призначена для виштовхування з нього ґрунту під час розвантаження.

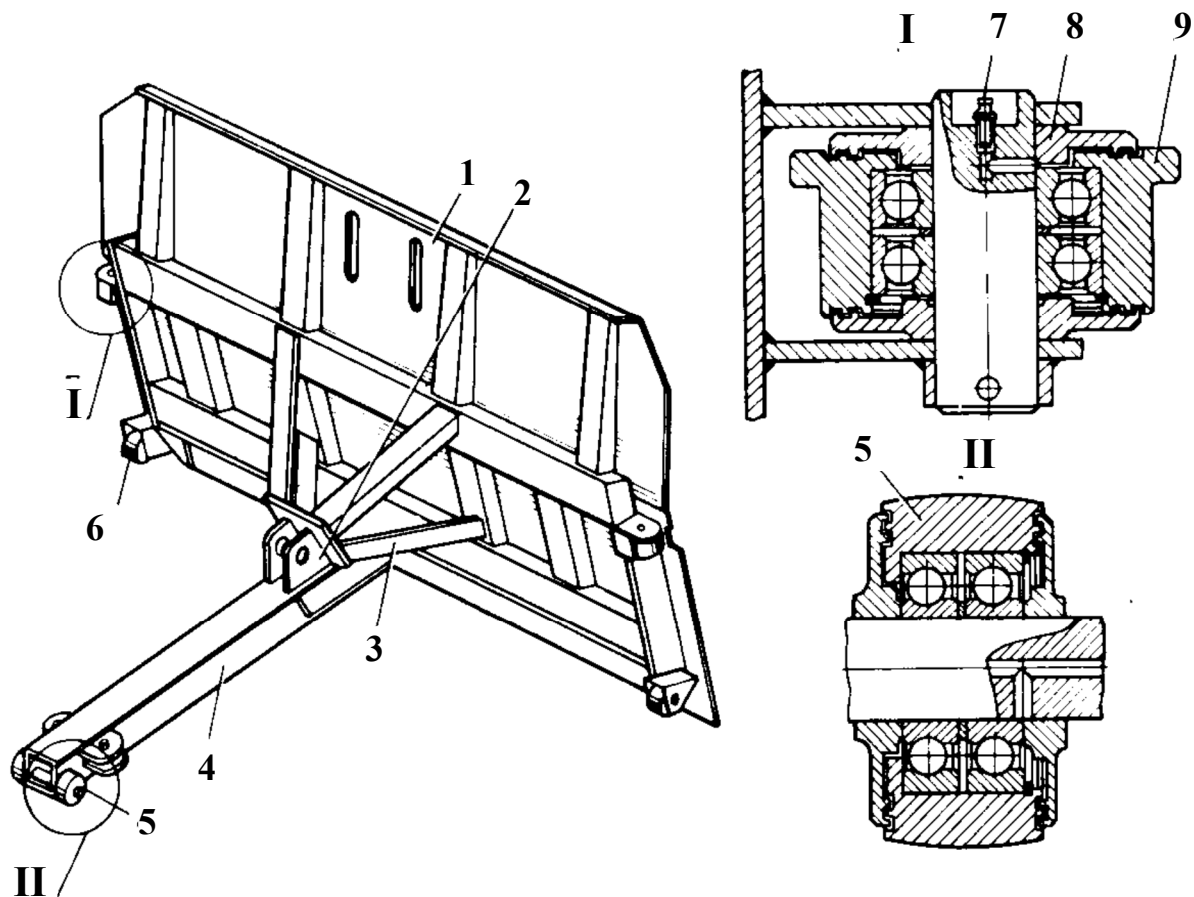


Рисунок 4.11 – Задня стінка ковша: 1 – щит; 2 – вушко; 3 – розкосина; 4 – штовхач; 5, 6, 9 – ролики; 7 – маслянка; 8 – шайба; I, II – розріз напрямних роликів

Вона становить зварену конструкцію і складається зі щита (1) і штовхача (4). Щит зварений з листової сталі і з заднього боку посилений повздовжніми й

поперечними накладками та ребрами жорсткості. Штовхач (4) – це балка з коробчастим перетином, приварена до зворотного боку щита. Для посилення стику штовхача зі щитом передбачені похилі й горизонтальні розкоси (3). У місці стику приварений кронштейн із вушком (2) для кріплення головки штока гідроциліндра.

Напрямні ролики, встановлені на підшипниках кочення, зменшують опір руху задньої стінки, а також запобігають її перекошуванню. Нижні (6) і бічні (9) ролики щита своїми ребрами котяться по напрямних смугах, приварених до днища й бічних стінок ковша відповідно. Сферичні ролики (5) встановлені попарно в горизонтальній і вертикальній площинах.

Під час переміщення задньої стінки вперед і назад ролики (5) перекочуються по напрямних балках, виготовлених у вигляді швелерів, і фіксують спрямований рух хвостовика штовхача (4).

Під час роботи скрепер (див. рис. 4.12) за допомогою гідроциліндрів (3) заслонки (2) піднімається на невелику висоту й утворює завантажувальну щілину між його нижньою крайкою і ножами (7). Ківш із транспортного положення за допомогою гідроциліндрів (1) опускається до зрізу ножів (7) у ґрунт.

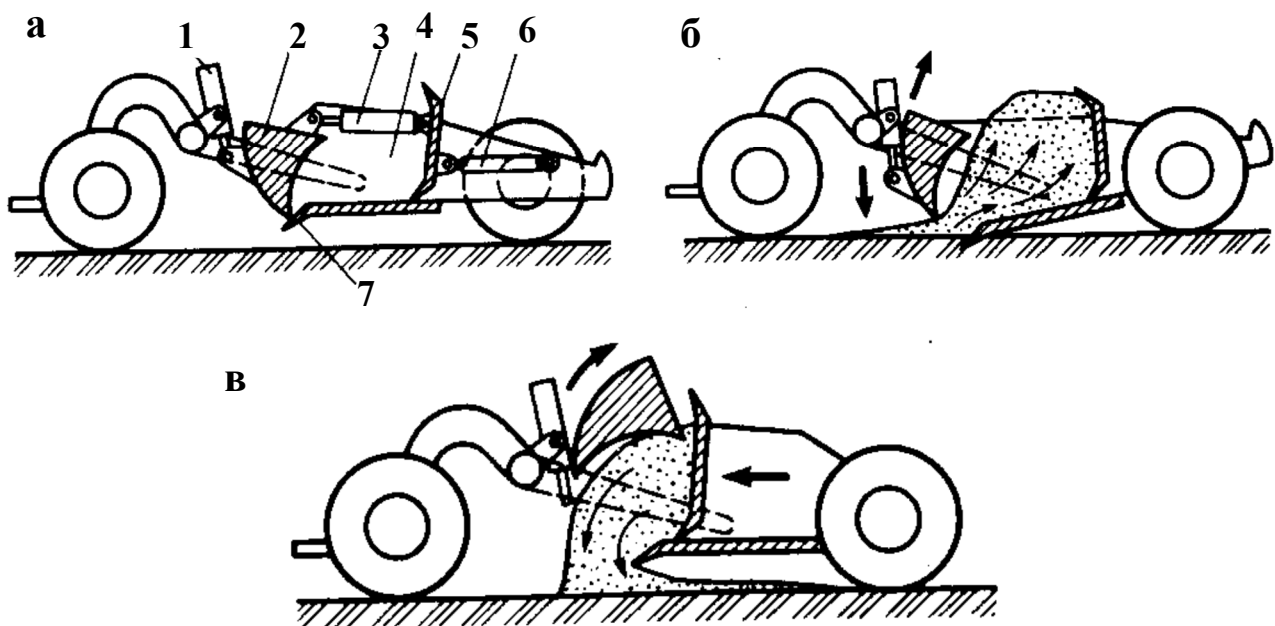


Рисунок 4.12 – Схема роботи скрепера:

а – транспортне положення; б – набір; в – розвантаження; 1, 3, 6 – гідроциліндри;
2 – заслонка; 4 – ківш; 5 – задня стінка; 7 – ножі

Набір ґрунту включає різання ґрунту й наповнення ковша. Ківш наповнюють ґрунтом у процесі прямолінійного руху скрепера по забою з опущеним ковшем і заглибленими ножами при швидкості 2...4 км/год залежно від товщини входження різального інструменту. Для збільшення товщини

стружки ґрунту й зменшення часу набирання, а також зменшення шляху набирання й наповненості ковша застосовують бульдозери-штовхачі.

Під час розроблення важких ґрунтів причіпними скреперами бульдозер-штовхач потрібно використовувати обов'язково.

На процес наповнення ковша ґрунтом істотно впливає регулювання положення заслонки й обраний спосіб різання стружки. На початку набору заслонку піднімають на 60...70 см, щоб вона не перешкоджала надходженню ґрунту в ківш. У процесі накопичення ґрунту в передній частині ковша заслонку опускають з таким розрахунком, щоб відстань між її нижньою кромкою і ножами не перевищувала 20...30 см при роботі на незв'язних і пухких ґрунтах і 40...50 см – під час роботи на зв'язних. Зменшення проміжку унеможливорює випадінню ґрунту з ковша між заслонкою і ножами. На третьому етапі наповнення шар ґрунту надходить у ківш під великим напором, долаючи опір набраного ґрунту. Такий тиск створюється шляхом зменшення товщини стружки. До того ж заслонку необхідно підняти на 15 см вище, ніж на другому етапі.

Потім заслонку (2) опускають, перекривши завантажувальну щілину, щоб запобігти висипанню ґрунту, а ківш піднімають в транспортне положення, у якому скрепер відвозить ґрунт до місця розвантаження. Робота в транспортному режимі займає до 80...90 % часу циклу. Під час влаштування виїмок і насипів понад 1 м заввишки для руху скреперів влаштовують в'їзди і з'їзди, які розташовують уздовж споруди або в його поперечному напрямі. Стан дороги має припускати рух причіпного скрепера зі швидкістю до 11 км/год, а самохідного – не менше ніж 18...30 км/год.

Під час розвантаження заслонку (2) повністю піднімають і ґрунт виштовхується в щілину, утворену піднятою заслонкою, за допомогою задньої стінки (5), висунутою вперед гідроциліндрами (6). З огляду на те що скрепер продовжує переміщатися вперед зі швидкістю до 9 км/год, ґрунт із ковша висипають по шляху розвантаження певним шаром. Товщину шару відсипання ґрунту можна регулювати, змінюючи розташування кромки ріжучих ножів (7) шляхом підймання-опускання ковша гідроциліндрами (1). Після закінчення вивантаження ґрунту заслонку й задню стінку повертають у початкове положення, а скрепер спрямовують до місця набирання ґрунту – забою.

Під час роботи на перезволожених пилюватих суглинках і липких глинах ківш і заслонка можуть забиватися ґрунтом. У цьому разі заслонку й стінку під час розвантаження кілька разів рухають повторно. Ґрунт вивантажують пошарово, горизонтальними повздовжніми рядами від брівок до середини насипу. Скрепер розвантажують тоді, коли передні колеса сходять униз із

грунту, відсипаного під час попереднього рейсу. Товщина відсипаного шару становить 20...30 см, а для сипких ґрунтів – 10...15 см. Така товщина оптимальна для одночасного ущільнення шару колесами скрепера й забезпечує рівномірне укладання відсипаного ґрунту. Через 10...20 циклів відсипаний ґрунт доцільно спланувати бульдозером або опущеним ковшем скрепера.

Для розроблення ґрунту заздалегідь складають схему, за якою буде працювати скрепер. Продуктивність скрепера залежить від того, наскільки повно використовується ємність ковша й раціонально вибирається схема різання та набирання ґрунту. Рекомендується набирати ґрунт при швидкості 2...3 км/год і товщині проникнення різального інструменту 7...35 см, що, зі свого боку визначається категорією ґрунту й потужністю базового тягача і штовхача.

Робочий процес скрепера складається з чотирьох послідовно повторюваних операцій (рис. 4.13): наповнення опущеного ковша (копання); транспортування ґрунту – переміщення скрепера з піднятим ковшем і опущеною заслонкою; вивантаження ґрунту з ковша; повернення скрепера до місця набору ґрунту з піднятим ковшем і опущеною заслонкою.

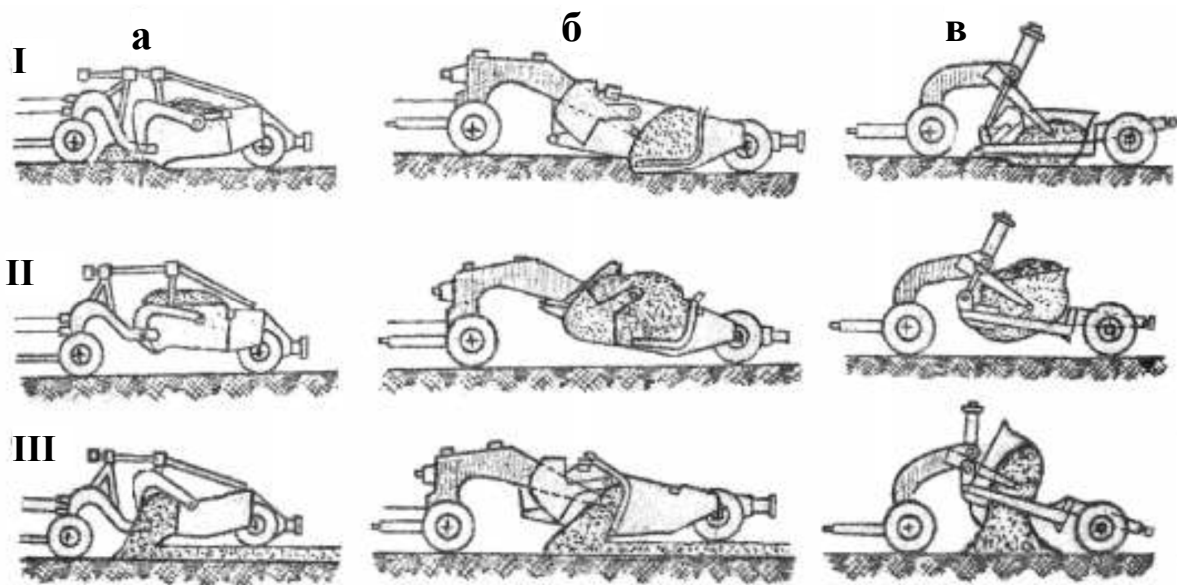


Рисунок 4.13 – Типи скреперів і робочий процес: а – з примусовим розвантаженням; б – з напівпримусовим розвантаженням; в – з вільним розвантаженням; I – завантаження; II – транспортне положення; III – розвантаження

Ґрунт з ковша вивантажується вільно, примусово або напівпримусово.

При вільному способі (див. рис. 4.13, в) розвантаження ківш повертають навколо точки, що розміщується поблизу центра ваги ковша з ґрунтом. Ківш може перекидатися назад (у одноосьових скреперів) або вперед (у двовісних скреперів). Скрепери з вільним розвантаженням ковша не бажано використовувати для розвантаження липких і перезволожених ґрунтів.

У скреперів з примусовим розвантаженням (див. рис. 4.13, а) ґрунт виштовхується прямолінійним рухом уперед задньої рухомої стінки ковша. Скрепери з таким розвантаженням застосовують на будь-яких ґрунтах, зокрема й на липких і перезволожених.

У скреперів з напівпримусовим розвантаженням (див. рис. 4.13, б) днище й задня стінка конструктивно становлять єдиний вузол, шарнірно підвішений на бічних стінках або до підножової плити ковша. Для розвантаження днище із задньою стінкою перекидають уперед, до того ж ґрунт на початковому етапі виштовхується з ковша примусово, а наприкінці розвантажується за допомогою вільного висипання під дією власної ваги. Під час напівпримусового розвантаження стінки ковша повністю очищуються від липких і перезволожених ґрунтів.



Рисунок 4.14 – Робота напівпричіпного скрепера

Під час щільового розвантаження ґрунту (вниз) днище ковша, повертаючись, виводиться з-під ґрунту й розміщується під кутом нахилу до горизонту $72...75^\circ$. Цей спосіб розвантаження характеризується хорошим вивантаженням липких і перезволожених ґрунтів і значно меншою енергоємністю механізму вивантаження (див. рис. 4.14).

Базовими параметрами, що впливають на режим роботи й експлуатаційну продуктивність скрепера, є товщина проходження різального інструменту, коефіцієнт наповнення ковша, швидкість руху під час виконання окремих операцій технологічного циклу, довжина шляху копання й розвантаження.

Експлуатаційна продуктивність скрепера визначають так, $\text{м}^3/\text{год}$:

$$\Pi = \frac{3\,600\,q\,K_H\,K_B}{T_{\text{ц}}K_p},$$

де q – геометрична ємність ковша, м³;

K_H – коефіцієнт наповнення ковша (K_H для сухого піску – 0,5...0,8; глини – 0,9...1,2; чорнозему – 1...1,2);

K_B – коефіцієнт використання робочого часу ($K_B = 0,8...0,9$);

K_p – коефіцієнт розпушення ґрунту (для піщаних ґрунтів – 1,10...1,15; для рослинного шару – 1,20...1,26; для глини й важкого суглинку – 1,24...1,30);

$T_{\text{ц}}$ – тривалість робочого циклу скрепера, с.

$$T_{\text{ц}} = \frac{l_k}{v_1} + \frac{l_{\text{п}}}{v_2} + \frac{l_p}{v_3} + \frac{l_k + l_{\text{п}} + l_p}{v_4} + 2t_{\text{пов}} + nt_{\text{пер}} + t_{\text{шт}},$$

де l_k , $l_{\text{п}}$, l_p – довжина шляху копання (наповнення), переміщення і розвантаження ґрунту відповідно, м;

v_1, v_2, v_3, v_4 – швидкості пересування скрепера, м/с;

$t_{\text{пов}}$ – час, що витрачається на один поворот ($t_{\text{пов}} = 15...20$ с);

$t_{\text{пер}}$ – час перемикання передач ($t_{\text{пер}} = 5...6$ с);

n – кількість перемикань;

$t_{\text{шт}}$ – час підходу штовхача ($t_{\text{шт}} = 5...20$ с).

Довжина шляху копання визначається за формулою:

$$l_k = \frac{qK_HK_{\text{п}}}{0,7BhK_p} + 0,5,$$

де $K_{\text{п}}$ – коефіцієнт, який враховує обсяг зрізаного ґрунту, що йде на утворення призми волочіння й бічних вовків; залежить від різновиду ґрунту (для піщаних – 1,22...1,32; для глинястих – 1,10...1,19);

0,7 – коефіцієнт, який враховує нерівномірність товщини стружки, що зрізається на початку й наприкінці копання;

B – ширина різання, м;

h – найбільша глибина різання, м.

Довжина шляху розвантаження (l_p) приймається 3...10 м.

Послідовність виконання роботи:

1. Вивчити пристрої і принципи роботи скреперів.
2. На підставі навчальних макетів і методичної літератури визначити призначення, пристрій і конструктивні особливості скреперів.
3. Відповідно до завдання (табл. 4.1) провести розрахунок продуктивності скрепера.

Зміст звіту по лабораторній роботі:

1. Розкрити мету, накреслити принципові схеми скрепера та його технологічного обладнання, зазначити найменування базових вузлів, описати їх призначення і конструктивні особливості.

2. Навести методику, розрахувати продуктивність скрепера. Результати розрахунку подати у вигляді залежності експлуатаційної продуктивності від дальності переміщення ґрунту й обсягу ковша. Для побудови графічних залежностей $\Pi = f(l_{\text{п}}, q)$ необхідно при постійному значенні $l_{\text{п}}$ задаватися змінними значеннями q з кроком $0,5 \text{ м}^3$, і навпаки: при постійному значенні q задаватися змінними значеннями $l_{\text{п}}$ з кроком 50 м .

Таблиця 4.1 – Завдання для проведення розрахунку продуктивності скрепера

Показник	Номер варіанта									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Довжина шляху переміщення, м	500	600	700	800	900	1000	900	800	700	600
Місткість ковша, м^3	3,0	4,5	7,0	10,0	8,0	5,0	6,0	9,0	4,0	5,5
Ширина різання, мм	2 100	2200	2500	2650	2650	2700	2500	3000	3500	4000
Найбільша глибина різання, мм	200	250	270	300	300	350	270	350	300	400
Найбільша товщина відсипаного шару, мм	300	400	250	250	250	300	350	300	250	400
Швидкість пересування, км/год										
– I передача v_1 ,	5,15	3,47	2,36	3,16	3,20	3,16	4,20	4,37	2,75	5,15
– II передача v_2 ,	6,39	4,66	4,51	4,53	5,20	4,55	5,20	5,60	3,75	6,39
– III передача v_3 ,	7,90	6,35	6,45	6,58	6,20	6,30	6,20	7,00	4,75	7,90
– IV передача v_4	10,85	8,53	10,18	8,88	9,65	10,80	10,20	9,55	9,75	10,85

3. На підставі аналізу отриманих результатів сформулювати висновки.

Запитання для самостійної перевірки знань:

1. Призначення скрепера та його робочий цикл.
2. Загальне компонування скрепера та його обладнання.
3. Базові параметри скрепера.
4. Пристрій приводу скреперного обладнання.
5. Способи завантаження скреперних ковшів.
6. Способи розвантаження скреперів.
7. Фактори, що впливають на експлуатаційну продуктивність скрепера.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 5

ВИВЧЕННЯ КОНСТРУКЦІЙ ЕКСКАВАТОРІВ

Мета роботи: вивчити призначення, класифікацію, пристрій і робочі процеси екскаваторів, накреслити принципову конструктивну схему, навести коротку технічну характеристику.

Екскаватори – це самохідні землерийні машини з ківшевим робочим обладнанням. Екскаватори використовують:

- для розроблення різних категорій ґрунтів (зокрема мерзлих), влаштування виїмок і насипів;
- для будівництва кар'єрів, автомобільних і залізничних доріг, зрошувальних і судноплавних каналів, гребель, захисних земляних дамб;
- для створення котлованів під будівлі та споруди, опор ліній електропередач та контактної мережі;
- для риття траншей для підземних комунікацій, водовідвідних кюветів;
- для проведення гірських виробок.

Крім того, екскаваторна техніка застосовується під час виконання розкривних, видобувних, переeksкаваційних, зачисних, відвальних і навантажувально-розвантажувальних робіт (рис. 5.1).



Рисунок 5.1 – Кар'єрний екскаватор

Екскаватори класифікують за такими ознаками:

1. За принципом дії:

– циклічної дії. До такого типу належать універсальні одноківшеві екскаватори з дизельним двигуном, які виконують усі операції щодо розроблення, транспортування та вантаження ґрунту послідовно, багато разів повторюючи цикли робіт;

– безперервної дії. Цей тип машин розробляє та транспортує ґрунт у відвал або вантажить його одночасно в транспортний засіб. За типом робочого органа екскаватори безперервної дії класифікують на ланцюгові, роторні, шнекороторні й фрезерні. Залежно від особливостей переміщення робочого органа в просторі такі екскаватори можуть бути з повздовжнім, поперечним і радіальним способом копання.

В екскаваторах із повздовжнім способом копання площа переміщення робочого органа й напрям руху машини співпадають.

В екскаваторах поперечного копання площа переміщення робочого органа перпендикулярна до напрямку руху машини.

В екскаваторах радіального копання робочий орган переміщується, повертаючись відносно вертикальної осі.

2. За типом ходової частини:

– гусеничні екскаватори. Обладнані шасі з гусеничним двигуном і повноповоротною вежею. Вони характеризуються високою прохідністю, стійкістю й незначним питомим тиском на ґрунт при великій масі. Можуть працювати на слабких і перезволожених ґрунтах, зокрема на торфорозробках (болотні екскаватори зі збільшеною шириною траків). Транспортна швидкість ходу – до 15 км/год. До місця проведення екскаваційних робіт зазвичай перевозяться тягачами на низькорамних тралах;

– колісні екскаватори. Як ходову частину використовують пневмоколісні шасі. Характеризуються більшою транспортною швидкістю порівняно з гусеничними та мають меншу масу, що забезпечує їхнє переміщення по бетонному й асфальтобетонному покриттю. Колісні екскаватори ефективніші в разі частого перекидання техніки між об'єктами й експлуатації їх на твердих поверхнях. Вага пневмоколісних будівельних екскаваторів зазвичай не перевищує 22 т, а ємність ковша обмежується 1,5 м³. Усі колісні екскаватори обладнуються аутригерами – виносними опорними елементами, які потрібні екскаватору для більшої стійкості;

– екскаватори на автомобільному шасі. Ходовою частиною є шасі вантажного автомобіля. Відрізняються від інших типів екскаваторів високою транспортною швидкістю. Застосовуються в тих випадках, коли потрібно забезпечити мобільність транспортування (військова справа, рятувальні операції, екстрені дорожньо-будівельні та ремонтні роботи). Як робочий орган

здебільшого використовують зворотню механічну лопату. Для приводу робочого органу може використовуватися як двигун базового автомобіля, так і двигун, що встановлюється на поворотній платформі;

– крокуючі екскаватори. Як ходова частина використовуються опорні плити, які приводяться в дію за допомогою гідравлічного рушія. Застосування гідравлічного крокуючого рушія дає змогу знизити навантаження на ґрунт, оскільки маса таких екскаваторів може досягати декількох тисяч тонн. На крокуючому ході випускають великі кар’єрні екскаватори з ємністю ковша до 40 м^3 і вильотом стріли до 150 м. Крокуючі екскаватори застосовують для виконання розкривних робіт, під час видобутку корисних копалин і переміщення їх у відвал;

– рейкові (залізничні) екскаватори. Як шасі використовують залізничну платформу. Застосовують для проведення ремонтних робіт на залізниці. Обсяг ковша не перевищує 4 м^3 . Поворотна платформа й робоче обладнання уніфіковані з гусеничними або колісними екскаваторами;

– плаваючі екскаватори. Як платформу для робочого обладнання використовують понтон. Застосовуються для навантажувально-розвантажувальних робіт, видобутку піску й гравію з водойм, дноочищувальних і днопоглиблювальних робіт;

– навісні екскаваторні модулі. Не мають власного шасі й належать до навісного гідравлічного обладнання. Як базове шасі використовується трактор, здебільшого колісний. Неповноповоротне екскаваторне обладнання встановлюється позаду (рідше збоку) трактора на спеціальній рамі. Ємність ковша – до $0,70 \text{ м}^3$. Застосовуються під час виконання невеликих землерийних або навантажувальних робіт, ремонту інженерних мереж. Для приводу ковша використовується двигун базового трактора.

3. За призначенням:

– траншейні екскаватори. Належать до категорії екскаваційних машин безперервної дії з багатоківшевим або безківшевим (скребковим) робочим органом для повздовжнього копання. Призначені для риття траншей під прокладання нафто- й газопровідних магістралей, водопровідних і каналізаційних систем, будівництва ліній зв’язку, прокладання кабелів у різних типах ґрунтів, а також риття траншей під протяжні стрічкові фундаменти будівель та споруд, рекультивації земель, проведення меліоративних робіт. Залежно від типу робочого обладнання траншейні екскаватори поділяються на ланцюгові й роторні. Зі свого боку, ланцюгові траншейні екскаватори можуть бути багатоківшевыми або безківшевими (з баровим робочим органом), а роторні – багатоківшевими й безківшевими (з фрезерним робочим органом).

Ходовою частиною в траншейних екскаваторах може бути як гусеничне, так і колісне шасі;

- кар’єрні екскаватори. Належать до категорії багатоківшевих гусеничних або крокуючих екскаваторів безперервної дії, з ємністю ковша до 8 м^3 і масою до 3 000 т. Призначаються для роботи в кар’єрах для розроблення рудних і вугільних родовищ. Зазвичай кар’єрними екскаваторами вважають також одноківшеві екскаватори з дизельним двигуном та ємністю ковша понад 4 м^3 ;

- будівельні екскаватори. Це найпоширеніший різновид одноківшевих екскаваторів. Virізнюються невеликою ємністю ковша (до 3 м^3), ходовою частиною зазвичай є колісне шасі. Призначені для проведення земляних робіт під час будівництва, виїмки м’яких гірських порід, видобутку піску та глини;

- підземні екскаватори. Належать до категорії тунельних і шахтних екскаваторів. Використовуються в підземних умовах для утворення великого поперечного перерізу під час проходження тунелів, спорудження камер підземних споруд, виїмки корисних копалин. Ємність ковша – $0,75 \dots 1 \text{ м}^3$, маса – $15 \dots 30$ тонн;

- розкривні екскаватори. Різняться великою ємністю ковша й великим радіусом черпання та розвантаження (понад 100 м). Призначені для розроблення верхніх шарів порід (розкриву);

- планувальні екскаватори. Є універсальними екскаваційними машинами з повноповоротним ковшем і телескопічною стрілою. Призначені для розроблення ґрунтів I-II категорій. Використовуються під час робіт під мостами, на ділянках перетину підземних комунікацій; для зачищення вертикальних стінок траншей і котлованів; для копання, розпушування й навантаження ґрунту в транспортні засоби, киркування дорожніх покриттів. Найефективніші під час планування похилих поверхонь каналів, насипів та виїмок земляного полотна, розташованих нижче рівня стоянки екскаватора. Екскаватори-планувальники на пневмоколісному ході широко застосовуються в дорожньому господарстві, під час утримання та ремонту асфальтованих автомобільних доріг;

- екскаватор-струг. Головним призначенням є проведення земляних робіт на залізничних коліях і очищення їх від снігу. За допомогою колійних струг нарізають нові й очищують застарілі кювети, виправляють укосини виїмок, насипів та баластної призми;

- екскаватор-дреноукладальник. Призначений для відривання траншеї та одночасного укладання в неї дренажних труб у зонах зрошення. Труби укладають за допомогою трубоукладача, що становить зварний бункер, навішуваний на підймальну раму ланцюгового траншейного екскаватора.

Екскаватори-дреноукладальники обладнані системами автоматичного витримування заданого ухилу дна траншеї, що уможливлює укладання дренажу як на рівній місцевості, так і на трасах із поперечним та повздовжнім ухилом. Такі екскаватори обладнані ківшевим робочим обладнанням і стрічковим відвальним конвеєром;

- екскаватор-каналокоч. Призначений для риття каналів у зонах осушення й зрошення. Також їх використовують для розроблення траншей із укосинами під час будівництва трубопроводів. Робочий орган таких екскаваторів складається з двох похилих за профілем каналу роторів, кожен з яких під час поступального руху машини прорізає щілини уздовж укосини;

- універсальний одноківшевий екскаватор. Це багатфункційна землерийна машина, яка легко перебудовується під певний різновид робіт шляхом замінювання робочого обладнання. Усі головні параметри таких екскаваторів (виліт стріли, розмір гусеничних опор, габарити, потужність, швидкість, ємність ковша, вантажопідіймальність) стандартизовані;

- екскаватор-навантажувач. Як робочі органи використовуються навантажувальний і екскаваторний ківш типу «пряма лопата». Навантажувальний ківш може бути з грейферними щелепами і без них. Ківш без грейферних щелеп використовується для відвалу й переміщення вантажів, а із щелепами може виконувати функції захоплення, скрепера та підіймальника.

Призначений для розроблення ґрунтів і навантаження сипких і подрібнених матеріалів вище за рівень розміщення машини. Подвійна функційність цієї машини дає змогу не тільки розробляти ґрунт, а й самостійно здійснювати відвал ґрунту на незначні відстані. Розрізняють легкі, середні, важкі й великовантажні екскаватори-навантажувачі. Легкі екскаватори-навантажувачі (0,5...2 т) зручні для роботи на вузьких вулицях і майданчиках з обмеженням простору. Середні (2...4 т) і важкі екскаватори-навантажувачі (4...10 т) можуть використовуватися для риття котлованів і траншей на будмайданчиках, під час проведення дорожніх робіт або прокладання комунікацій. Великовантажні (понад 10 т) використовуються переважно на будівельних об'єктах із великим обсягом земляних робіт і в кар'єрах. Зазвичай цей тип екскаваторів випускають із колісною базою, хоча використовують моделі і на гусеничному ході.

Робоче обладнання екскаватора складається з ковша, держака та стріли. Монтують його одночасно із силовою установкою, приводними механізмами та кабіною машиніста на поворотній платформі, яка за допомогою опорно-поворотного пристрою спирається на ходову частину (див. рис. 5.2).

Екскаватор має такі механізми: напірний – для висунення рукояті з ковшем відносно стріли, стрілопідіймальний – для змінювання нахилу стріли, поворотний – для повороту робочого обладнання разом із платформою, для пересування та піднімання ковша.

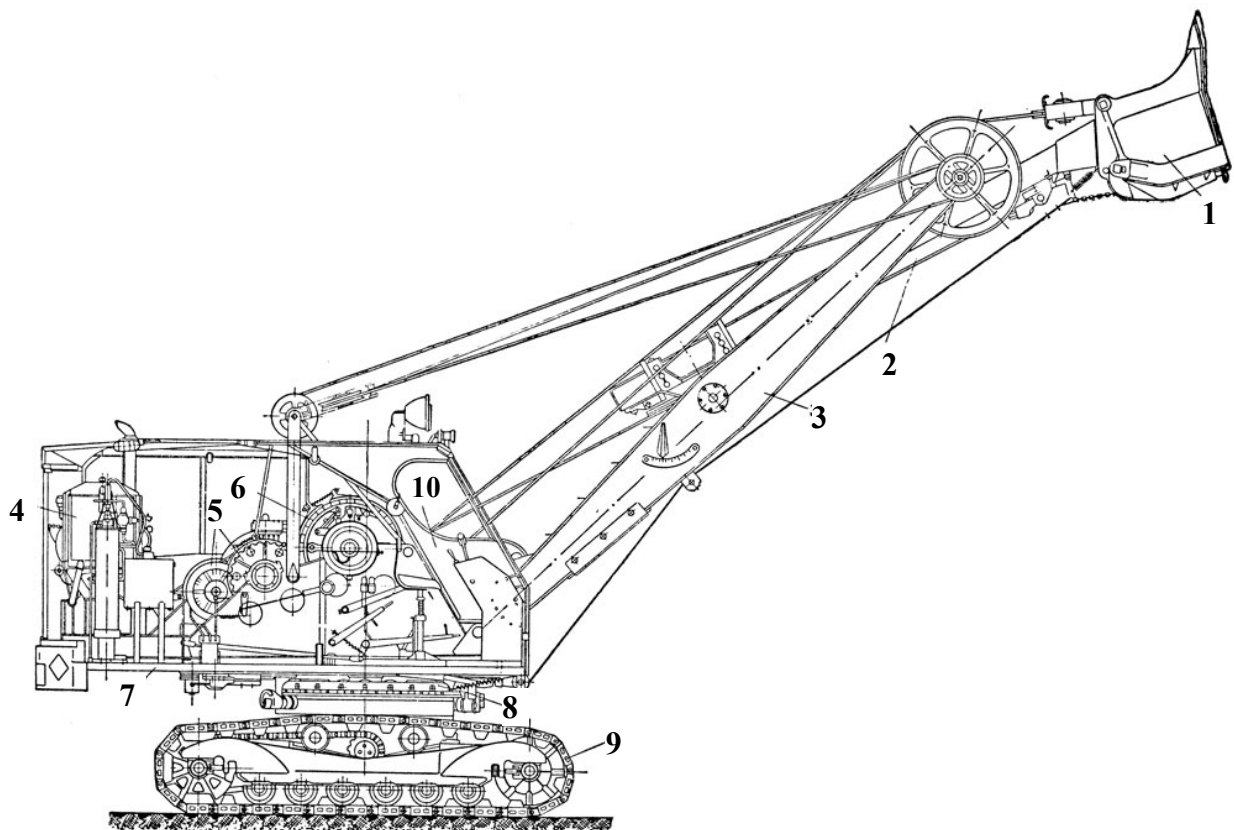


Рисунок 5.2 – Гусеничний екскаватор з обладнанням «пряма лопата»: 1 – ківш; 2 – держак; 3 – стріла; 4 – двигун; 5 – передавальні механізми; 6 – головна лебідка; 7 – поворотна платформа; 8 – поворотний механізм; 9 – гусеничний хід; 10 – кабіна машиніста-екскаваторника

Одноківшеві екскаватори класифікують за такими ознаками:

- за типом ходового пристрою – на гусеничні зі звичайною та збільшеною опорними поверхнями гусениць, пневмоколісні на спеціальному шасі автомобільного типу, на шасі вантажного автомобіля або трактора;
- за типом приводу – з одномоторним (механічним і гідромеханічним) і багатомоторним (гідравлічним та електричним) приводами;
- за різновидом опорно-поворотного пристрою – на повноповоротні (кут повороту робочого обладнання в плані не обмежений) і неповноповоротні (кут повороту робочого обладнання в плані обмежений 270°);
- за способом підвішування робочого устаткування – із гнучким підвішуванням на канатних поліспадах і з жорстким підвішуванням за допомогою гідроциліндрів;

– за різновидом виконання робочого обладнання – із шарнірно-важільним і телескопічним робочим обладнаннями.

Крім зазначених різновидів, одноківшеві екскаватори можуть бути універсальними, напівуніверсальними та спеціальними (кар'єрні, розкривні, тунельні).

Універсальними умовно називають екскаватори, змінюване робоче обладнання яких становить понад три різновиди, напівуніверсальними – два-три різновиди, спеціальними – із обладнанням одного різновиду. Головний параметр одноківшевих екскаваторів – експлуатаційна маса в тоннах.

Залежно від різновиду виконуваних робіт екскаватори можуть мати таке робоче обладнання: пряму лопату (рис. 5. 3, а), зворотну лопату (рис. 5. 3, б), драглайн (рис. 5. 3, д), грейфер (рис. 5. 3, е), кран (рис. 5. 3, ж). Рідше використовують копер (рис. 5. 3, к), корчівник (рис. 5. 3, м), клин-молот, струг (рис. 5. 11, в).

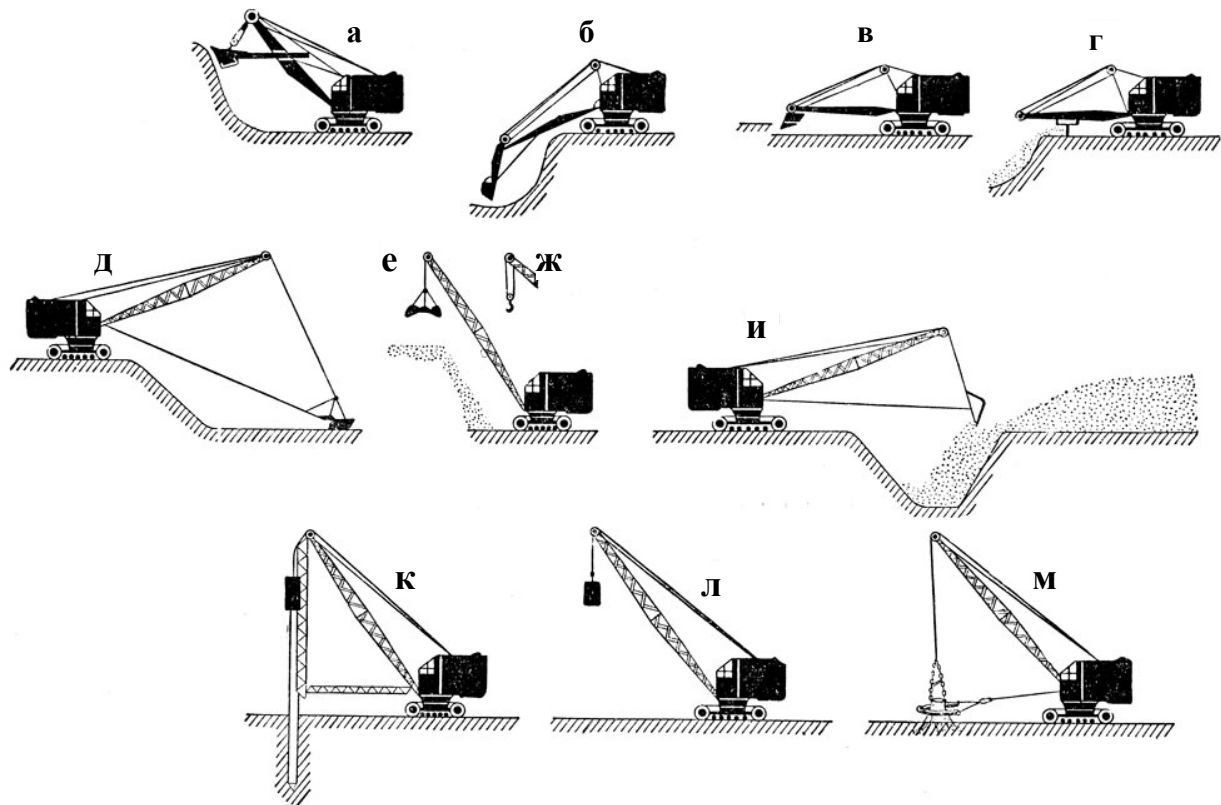


Рисунок 5.3 – Одноківшеві екскаватори зі змінним робочим обладнанням: а – пряма лопата; б – зворотна лопата; в – струг; г – засипник; д – драглайн; е – грейфер; ж – кран; и – канатно-скребковий; к – копер; л – трамбувальник; м – корчівник

Екскаватор з обладнанням «пряма лопата» призначений для розроблення ґрунту вище рівня його розташування. Ківш у цьому разі рухається знизу вверх і від екскаватора. Прямою лопатою зазвичай розробляють ґрунт із навантаженням у транспортні засоби, а іноді – у відвал. Цикл роботи

екскаватора з прямою лопатою складається з таких операцій: копання ґрунту (висування й піднімання держака з ковшем); повороту на розвантаження (поворот платформи з робочим обладнанням); розвантаження (відкривання днища ковша або поворот ковша відносно держака); повороту в забій; втягування держака й опускання ковша на підшву забою. Екскаватори з канатним управлінням та ємністю ковша до $0,4 \text{ м}^3$ не мають напірного механізму. Напірний рух передається держаку під час одночасного підймання ковша й опускання стріли.

Екскаватор з обладнанням «зворотна лопата» призначений для риття траншей і невеликих котлованів, розташованих нижче рівня його розташування. Під час копання ківш рухається зверху вниз і вгору щодо екскаватора. Ківш врізається в ґрунт під дією сили тяжіння робочого обладнання під час підтягування держака з ковшем. Напірного механізму немає. Під час розвантаження держак із ковшем викидається вперед (рис. 5.4).

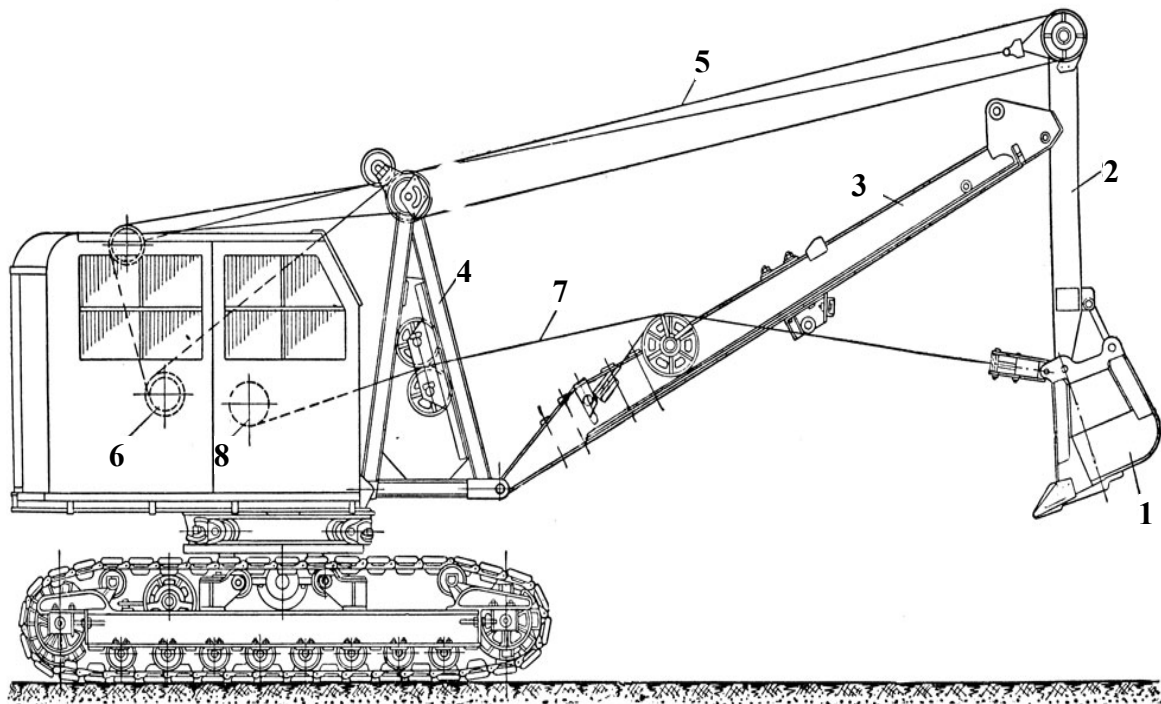


Рисунок 5.4 – Гусеничний екскаватор з обладнанням «зворотна лопата»: 1 – ківш; 2 – держак; 3 – стріла; 4 – двонога; 5 – підймальний трос; 6 – підймальна лебідка; 7 – тяговий трос; 8 – тягова лебідка

Відмінною особливістю екскаваторів з обладнанням «драглайн» є наявність подовженої гратчастої стріли та гнучкої канатної підвіски ковша. Копання ґрунту ковшем драглайна й наповнення його ґрунтом здійснюється шляхом підтягування ковша до екскаватора під час розташування самої машини вище виїмки. Порівняно з прямою і зворотною лопатами драглайн має великі радіус дії та глибину копання, що дає змогу розробляти великі за перерізом траншеї і

котловани з відсипанням ґрунту у відвал або (рідше) в транспортні засоби. Крім того, драглайни застосовують для вилучення ґрунту із дна водойм, спорудження високих насипів із бічних резервів, на розкривних роботах.

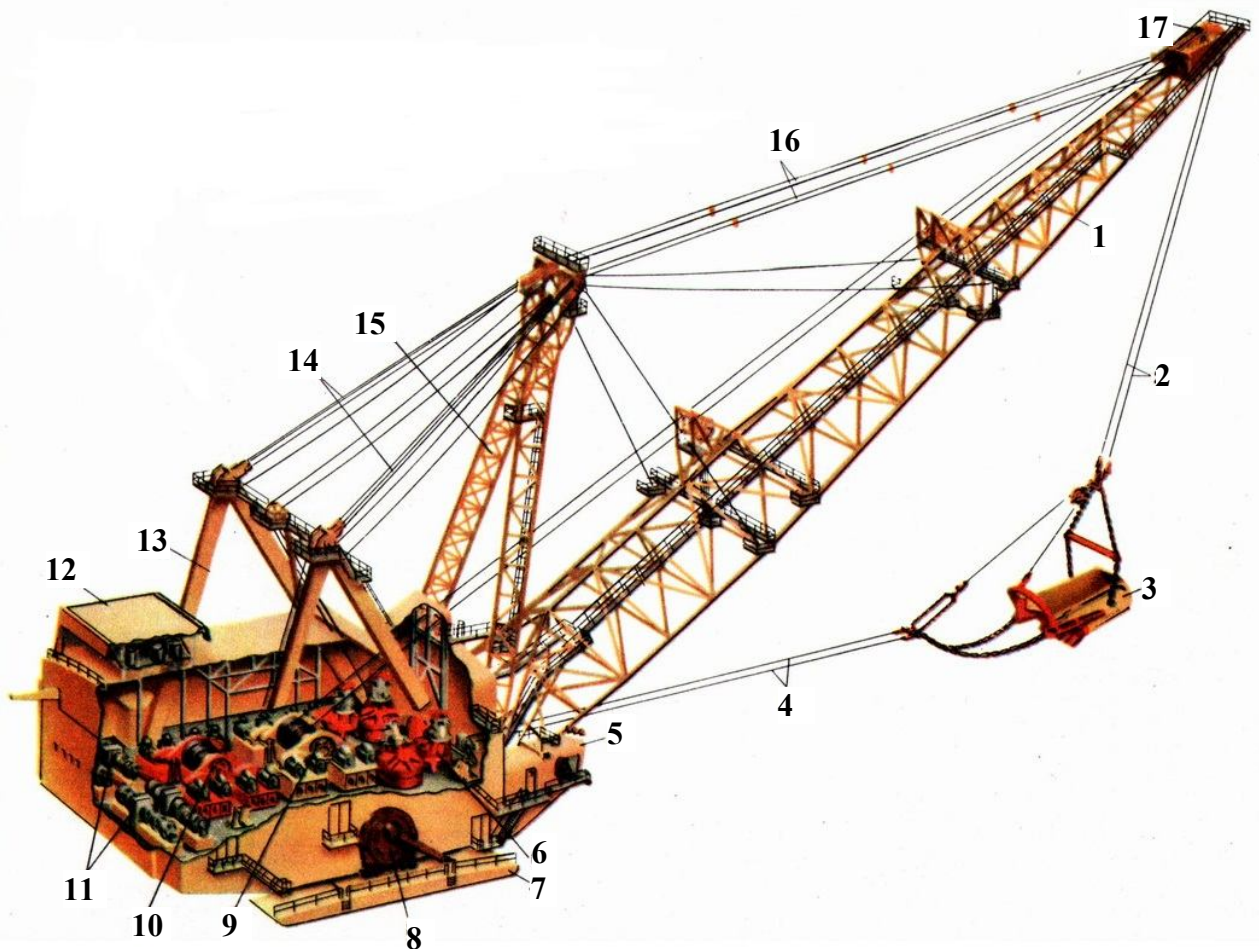


Рисунок 5.5 – Екскаватор з обладнанням «драглайн»: 1 – стріла; 2 – підвісні канати; 3 – ківш; 4 – тягові канати; 5 – кабіна машиніста; 6 – механізм повороту платформи; 7 – лижа; 8 – механізм крокування; 9 – лебідка підймання ковша; 10 – лебідка тяги; 11 – машино-генераторні установки; 12 – вентилятори; 13 – двонога стійка; 14 – ванти підвіски щогли; 15 – щогла; 16 – ванти підвіски стріли; 17 – головні блоки

Робочий цикл екскаватора-драглайна (див. рис. 5.5) передбачає такі операції:

- піднімання ковша підймальним канатом до голови стріли при злегка натягнутому тяговому канаті;
- закидання ковша в забій із відпущенням тягового, а потім підймального канатів (можливе закидання ковша одночасно з розворотом поворотної платформи зі стрілою);
- копання ґрунту шляхом підтягування ковша тяговим канатом;
- піднімання ковша канатом з одночасним натягом і пригальмовуванням тягового каната, підймання ковша супроводжується поворотом платформи на розвантаження;

– розвантаження ковша, перекидання за умови відпущеного тягового каната на натягнутому підйимальному канаті, поворот платформи в початкове положення.

Екскаватор з обладнанням «грейфер» використовують для відривання робочих котлованів, очищення водойм та каналів, для розвантаження та завантаження сипких матеріалів. Це обладнання складається з двощелепного ковша, встановленого на нижньому кінці штанги, підвішеної до держака зворотної лопати на двох циліндричних шарнірах, що забезпечує вертикальне розташування ковша. Щелепи розкриваються за допомогою гідроциліндрів.

Щоб розпочати роботу, ківш із розкритими щелепами опускають на захоплюваний матеріал, потім їх змикають. Ківш упроваджується в матеріал і заповнюється ним. Потім його піднімають із виїмки за допомогою держака повертаючи платформу на розвантаження. Ківш розвантажують, розмикаючи щелепи ковша (рис. 5.6). Для розпушування міцних і мерзлих ґрунтів екскаватори укомплектовують однозубим розпушувачем, гідромолотом (руйнування скельних порід, злом асфальту під час ремонту доріг).

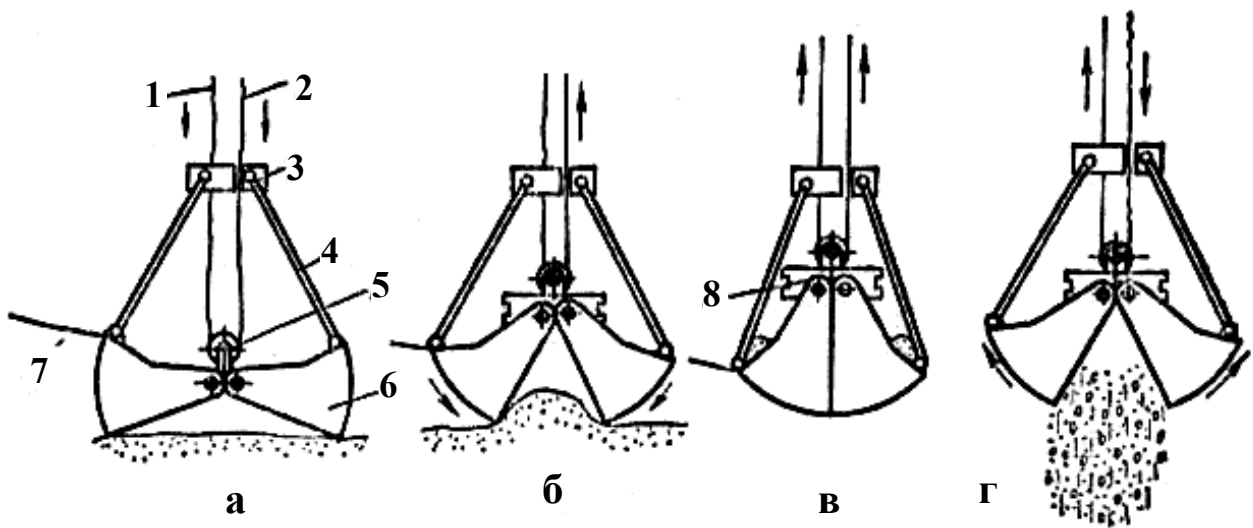


Рисунок 5.6 – Послідовність роботи грейфера: а – грейфер, опущений на розроблювальний ґрунт; б – зачерпування ґрунту; в – піднімання заповненого грейфера; г – розвантаження грейфера; 1 – підтримувальний канат; 2 – замикальний канат; 3 – верхня головка; 4 – тяга; 5 – блок; 6 – щелепа; 7 – відтяжний канат-заспокоювач; 8 – нижня головка

Найбільшого поширення під час виконання дорожньо-будівельних робіт набув одноківшевий універсальний гідравлічний неповноповоротний екскаватор, навішений на колісний трактор. Машина забезпечена робочим обладнанням двох видів: екскаваторним і бульдозерним.

Екскаватор на колісному ході (див. рис. 5.7) обладнаний ковшем зворотної лопати і бульдозерним відвалом. До кістяка трактора кріпиться обв'язувальна рама навішування. У ній встановлена поворотна колонка з

ланцюговим механізмом повороту. Для забезпечення стійкості екскаватора в роботі і зниження навантажень на осі трактора під час роботи до рами прикріплені опорні башмаки (аутригери), привід яких здійснюється гідроциліндрами. У передній частині екскаватора розташовується бульдозерне обладнання з гідро-циліндром, паливний і масляний баки, гідронасос.

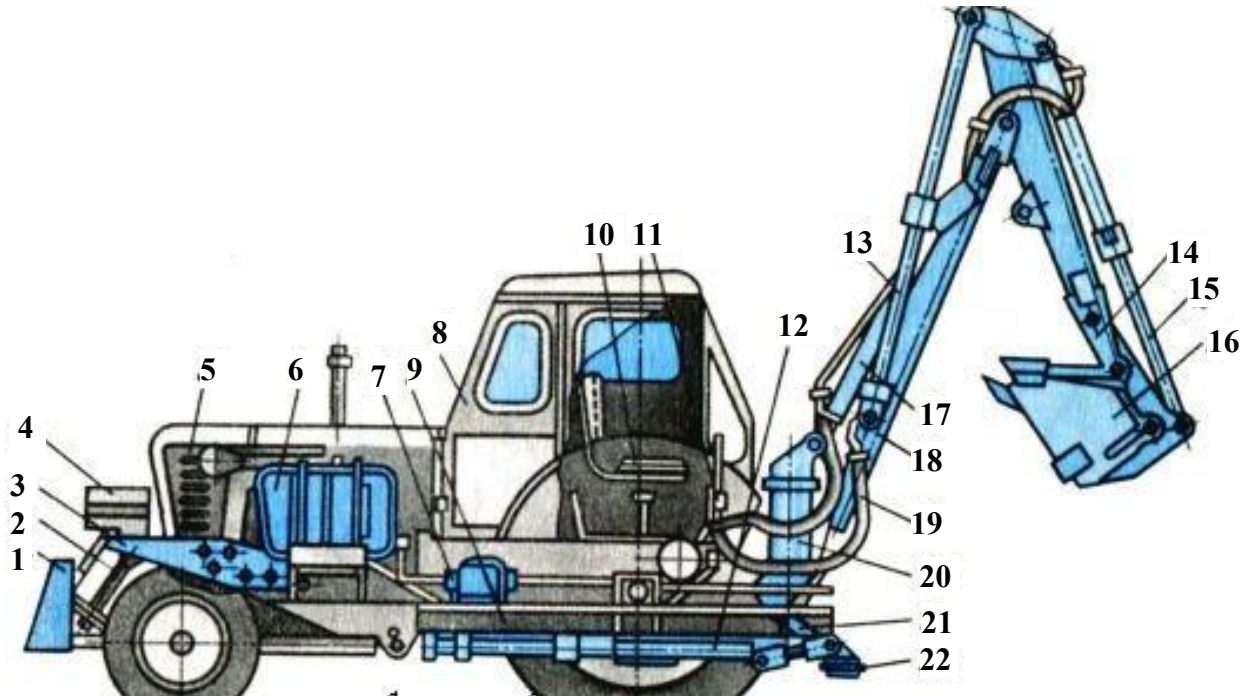


Рисунок 5.7 – Пристрій екскаватора на колісному ході: 1 – відвал бульдозера; 2 – гідроциліндр відвалу бульдозера; 3 – рама бульдозера; 4 – паливний бак; 5 – трактор; 6 – бак гідросистеми; 7 – насосна група; 8 – кабіна; 9 – рама; 10 – сидіння; 11 – розподільники; 12 – механізм повороту; 13 – гідроциліндр держака; 14 – держак; 15 – гідроциліндр ковша; 16 – ківш; 17 – гідроциліндр стріли; 18 – стріла; 19 – з'єднувальні трубопроводи; 20 – поворотна колонка; 21 – гідроциліндри; 22 – виносна опора

Екскаваторне обладнання навішується на поворотну колонку й складається зі стріли, держака й уніфікованого ковша зворотної або прямої лопати, з'єднувальних трубопроводів. Крім того, екскаватор може обладнуватися вантажним ковшем підвищеної місткості, грейферним обладнанням, зворотною лопатою зі зміщеною віссю копання, крановою підвіскою, вилами. Управління обладнанням здійснюється за допомогою відповідних важелів, з'єднаних з гіддорозподілювачем, і гідроциліндрів.

Важелі управління екскаватором розміщуються в кабіні на двох пультах. На одному з них, розташованому в передній частині кабіни, розташовані важелі управління відвалом бульдозера й виносними опорами; на другому, розташованому позаду, – управління робочим обладнанням екскаватора. Положення поворотного сидіння можна змінювати в залежності від виду роботи.

Серед механізмів приводу ковшів поширення набула схема з шестиланковим механізмом повороту ковша, що забезпечує кут його повороту до 180° .

Механізми повороту робочого обладнання щодо вертикальної осі гідравлічних екскаваторів досить різноманітні за конструкцією. На повноповоротних екскаваторах привід здійснюється від високомоментних або низькомоментних двигунів. На неповноповоротних застосовуються такі схеми: важільні з одним або двома циліндрами; із гнучким з'єднанням (канатні, ланцюгові або канатно-ланцюгові); з рейково-зубчастою передачею (із рейкою на циліндрі або рейкою на штоку); із високомоментним гідромотором.

Найоптимальнішим конструктивним рішенням є рішення механізму повороту з високомоментним гідромотором, який може забезпечити будь-який кут повороту робочого обладнання, регулювання крутного моменту й швидкості повороту, а також компактність конструкції і надійність дії. На режим повороту значно впливають різноманітні гальмівні пристрої.

Майже всі гідравлічні навісні екскаватори забезпечуються виносними опорами, які підвищують стійкість при поперечних ухилах і розширюють експлуатаційні можливості машини.

Робочий цикл одноківшового екскаватора складається з копання (заповнення ковша), переміщення до місця вивантаження, вивантаження у відвал або в транспортні засоби й зворотного ходу в забій.

Забоем називається робоча зона екскаватора, до якої входять майданчик, на якому розміщується екскаватор, частина масиву ґрунту, що розробляється екскаватором з однієї стоянки, і майданчик, на якому встановлюється транспорт під навантаження або розміщується відвал ґрунту.

Екскаватор і транспортні засоби необхідно розташовувати так, щоб середня величина повороту екскаватора від місця заповнення ковша до місця вивантаження була мінімальною, оскільки для повороту стріли може витратитися до 70 % часу робочого циклу екскаватора.

Екскаватор із прямою лопатою розробляє ґрунт вище рівня стоянки, з зворотною лопатою – нижче рівня стоянки.

Чолова проходка застосовується для розроблення котлованів невеликих розмірів або траншей. Екскаватор розробляє ґрунт перед собою, а автосамоскиди подають його на задньому ходу до екскаватора. Розширеною вважається чолова проходка із шириною котловану становить $2 \dots 2,5$ радіуса різання.

Бічна проходка (поперечний спосіб) розробляє виїмки з відсипанням ґрунту в напрямі, перпендикулярному до осі виїмки та застосовується, якщо ширина котловану $2,5 \dots 3,5$ радіуса різання.

Теоретична продуктивність одноківшевого екскаватора визначається за формулою, м³/год:

$$\Pi = \frac{3\,600 V_{\Gamma}}{T_{\text{ц}}},$$

де V_{Γ} – геометрична місткість ковша, м³;

$T_{\text{ц}}$ – тривалість робочого циклу екскаватора, с.

На практиці кількість робочих циклів екскаватора за годину n становить 90...270, тоді:

$$T_{\text{ц}} = \frac{3\,600}{n}.$$

Технічна продуктивність визначається за формулою:

$$\Pi_{\text{тех}} = \Pi \sum f_i = \Pi f_1 f_2 f_3 f_4 f_5 f_6,$$

де f_1 – коефіцієнт, що враховує глибину копання ($f_1 = 0,82$);

f_2 – коефіцієнт, що враховує кут повороту робочого органа під час розвантаження ($f_2 = 1$);

f_3 – коефіцієнт, що враховує умову розвантаження ($f_3 = 0,9$);

f_4 – коефіцієнт, що враховує стан різальної кромки і зубів ковша ($f_4 = 0,75$);

f_5 – коефіцієнт, що враховує установлення стріли ($f_5 = 1$);

f_6 – коефіцієнт, що враховує тип транспортного засобу ($f_6 = 0,88$).

Експлуатаційна продуктивність одноківшевого екскаватора, м³/год, визначається відповідно до формули:

$$\Pi_{\text{е}} = \frac{\Pi_{\text{тех}} K_{\text{в}} K_{\text{н}} K_{\text{т}} f_7}{K_{\text{р}}},$$

де $K_{\text{в}}$ – коефіцієнт використання машини за часом, $K_{\text{в}} = 0,75 \dots 0,9$;

$K_{\text{н}}$ – коефіцієнт наповнення ковша;

$K_{\text{т}}$ – коефіцієнт впливу тяжкості розробки;

f_7 – коефіцієнт, що враховує кваліфікацію оператора, $f_7 = 1$;

$K_{\text{р}}$ – коефіцієнт розпушення ґрунту.

Значення коефіцієнтів $K_{\text{в}}$, $K_{\text{р}}$, $K_{\text{т}}$ наведені в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Значення коефіцієнтів $K_{\text{в}}$, $K_{\text{р}}$, $K_{\text{т}}$

Категорія ґрунту	Тип ґрунту	Значення коефіцієнтів		
		$K_{\text{в}}$	$K_{\text{р}}$	$K_{\text{т}}$
I	Піски, легкі супесі	1,05	1,10	1,00
II	Важкі супесі, легкі суглинки	1,00...1,05	1,20	0,95
III	Важкі суглинки	0,90	1,25	0,80
IV	Глини	0,85	1,30	0,70

Вихідні дані до розрахунку експлуатаційної продуктивності наведені в таблиці 5.2.

Таблиця 5.2 – Вихідні дані до розрахунку

Показники	Номер варіанта									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ємність ковша, м ³	0,40	0,30	0,35	0,60	0,65	0,50	0,55	1,25	1,30	1,40
Категорія ґрунту	I	II	III	IV	IV	III	II	I	IV	III
Кількість робочих циклів в годину	90	120	150	180	210	240	270	120	180	240

Послідовність виконання роботи:

1. Вивчити пристрій і принципи роботи одноківшевого екскаватора.
2. На підставі навчальних макетів і методичної літератури визначити призначення, пристрій і конструктивні особливості технологічного обладнання екскаватора.
3. Відповідно до завдання розрахувати продуктивність одноківшевого екскаватора.

Зміст звіту по лабораторній роботі:

1. Розкрити мету, накреслити принципові схеми екскаваторів, зазначити найменування базових вузлів, описати їх призначення й конструктивні особливості.
2. Здійснити розрахунок, побудувати й проаналізувати графічні залежності $P_e = f(V_r)$ і $P_e = f(T_u)$. Під час розрахунків використовувати крок рахунку $\Delta V_r = \pm 0,1 \text{ м}^3$, $\Delta T_u = \pm 5 \text{ с}$ від табличних значень заданого варіанта (табл. 5.1).
3. На підставі аналізу отриманих результатів сформулювати висновки.

Запитання для самостійної перевірки знань:

1. Види робіт, що виконує екскаватор.
2. Базові параметри одноківшових екскаваторів.
3. Види змінного робочого обладнання.
4. Вузли та агрегати гідравлічного одноківшевого екскаватора.
5. Кінематичні схеми робочого устаткування гідравлічних екскаваторів.
6. Принципові схеми повороту гідроманіпулятора.
7. Відмінні ознаки «прямої» і «зворотної» лопат.
8. Особливості роботи драглайна.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 6

ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ПІД ЧАС РОЗРОБЛЕННЯ КОТЛОВАНУ

Мета роботи: вивчити методику проектування виконання земляних робіт під час розроблення котловану (визначення обсягу ґрунту в котловані, вибір екскаватора й автосамоскидів, розробка технологічної схеми риття котловану, визначення техніко-економічних показників).

Вихідні дані. Потрібно вирити котлован для зведення в ньому будівлі або споруди. Схема котловану наведена на рисунку 6.1.

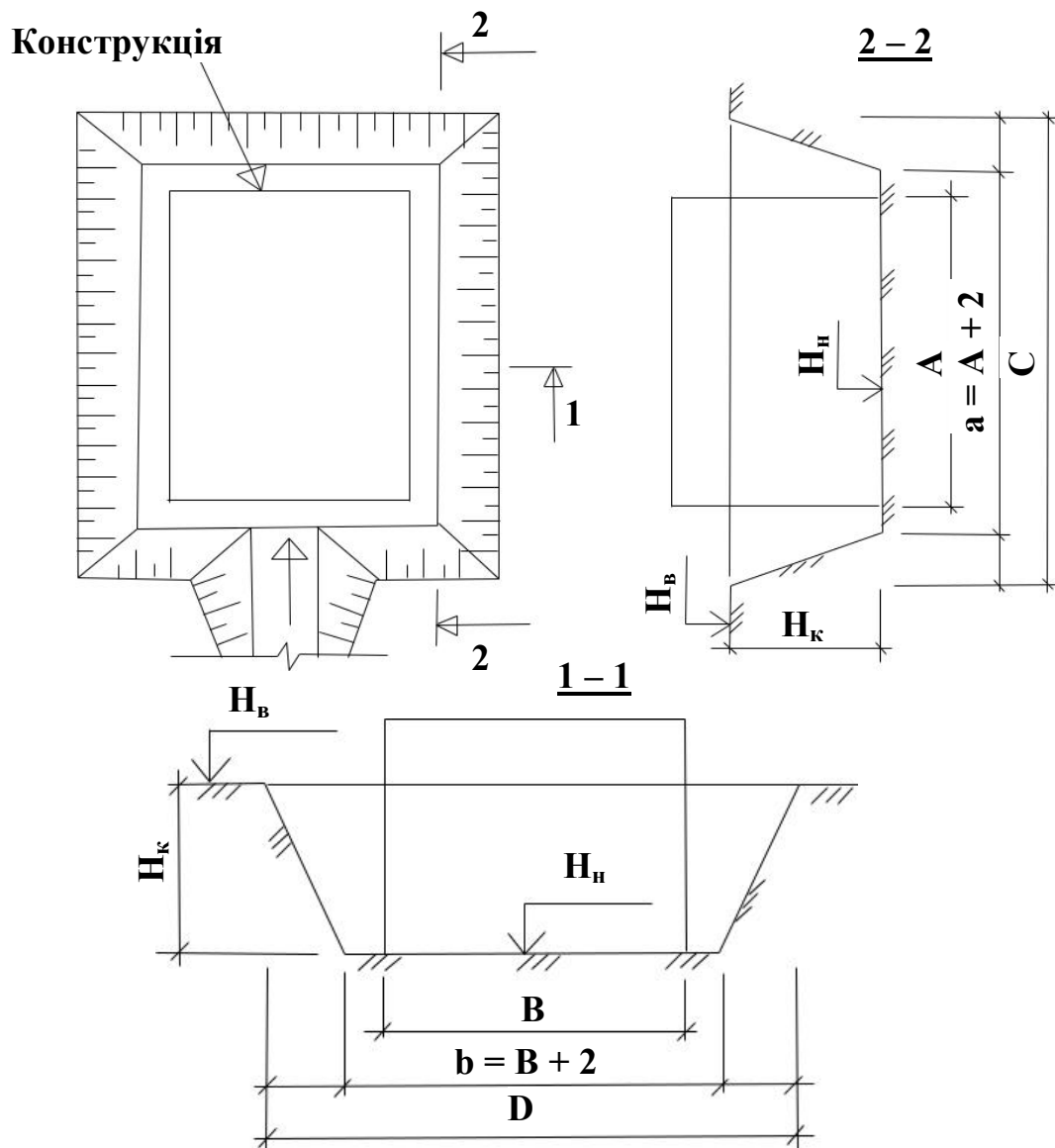


Рисунок 6.1– Схема котлована

Відстань між поверхнею укосини й бічною поверхнею споруджуваної споруди внизу – 1 м. Дно котловану паралельне до поверхні землі. Відмітка рівня ґрунтових вод розташована нижче позначки дна котловану на 2 м.

Уривання котловану (чорнове розроблення) виконують одноківшевим екскаватором із гідравлічним приводом в один ярус. Режим роботи будівельних машин – у дві зміни.

Дно котловану перед зведенням конструкцій споруди зачищають бульдозером на базі трактора.

Весь ґрунт із котловану розробляють, навантажуючи в автосамоскиди.

Рух автосамоскидів організовано по дорозі з твердим покриттям, дальність транспортування ґрунту – $L = 10$ км, середня швидкість транспортування – $V = 25$ км/год.

Розміри споруди, позначки котловану, характеристики ґрунту приймаємо за таблицею 6.1 відповідно до варіанта.

Таблиця 6.1 – Вихідні дані

Номер варіанту	Розмір споруди, м		Відмітки, м		Найменування і характеристики ґрунту	Середня щільність ґрунту в природному заляганні, ρ , т / м ³	Коефіцієнт початкового розпушення, $k_{\text{пр}}$
	Довжина, A	Ширина, B	Верху землі, $H_{\text{в}}$	Дно котловану, $H_{\text{н}}$			
1	48	36	41	38	Суглинок важкий з домішкою щебеню понад 10 % за обсягом	1,95	1,27
2	52	30	32	29	Супісок з домішкою гальки до 10 % за обсягом	1,65	1,15
3	58	38	77	74	Глина важка ломова сланцева	2	1,37
4	36	28	59	54	Суглинок легкий без домішок	1,7	1,21
5	44	32	45	40	Пісок без домішок	1,6	1,13
6	34	20	96	91	Глина жирна м'яка	1,8	1,26

Визначення обсягів земляних робіт

Обираємо крутизну укосин котловану. Якщо глибина котловану $H_{\text{к}} = H_{\text{в}} - H_{\text{н}}$, м відношення висоти укосини до її закладення становитиме 1: m .

Визначаємо розміри котловану (див. рис. 6.1):

– по дну – $a = A + 2 m$;

– по верху – $b = B + 2 m$.

Встановлюємо недобір ґрунту по дну (δ) за чорнового розроблення котловану екскаватором.

Приклад 1 Для екскаватора з гідравлічним приводом $\delta = 0,1$ м.

Встановлюємо групу ґрунту залежно від складності його розроблення механізованим способом.

Приклад 2 Ґрунт – пісок без домішок із середньою щільністю в природному заляганні $1,7 \text{ т/м}^3$ під час розроблення бульдозером належить до II групи, а під час розроблення екскаватором – до III групи.

Обчислюємо об'єм ґрунту в котловані:

$$V_k = \frac{ab+cd}{2} \times H_k, \text{ м}^3.$$

Розраховуємо обсяг ґрунту, що розробляється бульдозером під час зачищення дна котловану:

$$V_z = abd, \text{ м}^3.$$

Визначаємо об'єм ґрунту природної щільності, що транспортується автосамоскидами, під час уривання котловану:

$$V_{\text{тр}} = V_k, \text{ м}^3.$$

Вибір екскаватора

Екскаватор вибирають за робочими характеристиками з урахуванням обсягу розроблювального ґрунту й глибини котловану.

Призначаємо орієнтовну місткість ковша (q) екскаватора за умови: обсяг котловану (V_k) менше $20\,000 \text{ м}^3$, тоді обирають екскаватор з ємністю ковша $0,4 \dots 0,6 \text{ м}^3$. В іншому разі ємність ковша має дорівнювати $1,0 \dots 2,5 \text{ м}^3$.

Приймаємо, що висота (глибина) копання екскаватора дорівнює глибині котловану H_k ; тоді висота (глибина) копання екскаватора становитиме:

$$H_e = H_k, \text{ м}.$$

За принцип роботи цього продукту екскаватора (табл. 6.2) з урахуванням значень ємності ковша (q) і глибини копання (H_k) приймаємо тип і марку екскаватора.

Приклад 3 Екскаватор з гідравлічним приводом обладнаний зворотною лопатою, марки ЕО-2621А.

Таблиця 6.2 – Робочі характеристики екскаваторів з гідравлічним приводом

Показники	ЕО-2621А	ЕО-4321	ЕО-5122А	ЕО-3322	ЕО-4121	ЕО-5122
Ємність ковша q , м ³	0,25	0,8	1,6; 2,0	0,4; 0,5; 0,63	0,65...1,0	1,25...1,6
Категорія розроблювального ґрунту	I...III	I...IV	I...IV	I...III	I...IV	I...IV
Радіус копання R_k , м	4,7	7,45	8,93	8,2	9,2	10,0
Радіус вивантаження R_v , м	3,0	4,1	4,62	6,2...7,1	6,7	6,2...7,4
Висота вивантаження H_v , м	3,3	5,67	5,1	4,8...5,2	6,0	5,3
Глибина копання h_k , м	–	3,04	4,13	4,2...5,0	4,0...5,8	6,2
Висота копання H_k , м	4,75	7,9	9,65	–	–	–
Радіус копання на рівні стоянки $R_{ст}$, м	2,4	4,0	4,7	–	–	–
Довжина ходового обладнання L_x , м	2,45	3,0	3,86	2,8	3,42	3,4

Вибір автосамоскидів

Автосамоскиди підбирають за ємністю ковша екскаватора.

Приклад 4 Для екскаватора гідравлічного марки ЕО 2621А з ємністю ковша $q = 0,65$ м³ при дальності транспортування $L = 10$ км необхідна вантажопідйомність автосамоскида повинна становити не менше $Q = 5$ т. За технічними характеристиками (табл. 6.3) цій вимозі відповідає автосамоскид марки ЗІЛ-ММЗ-555 вантажопідйомністю $Q = 5,25$ т.

Таблиця 6.3 – Технічні характеристики автомобілів-самоскидів

Найменування	ЗІЛ-ММЗ-555	ЗІЛ-ММЗ-4502	МАЗ-5549	КАМАЗ-5511	КАМАЗ-55102	КРАЗ-256Б1
Вантажопідйомність, т	5,25	5,8	8,0	10,0	7,0	12,0
Обсяг кузова, м ³	3,0	3,8	5,1	7,2	6,2	6,0
Максимальна швидкість, км / год	90	90	75	80	80	65
Час підймання кузова з вантажем, с	15	15	15	19	18	20
Час опускання кузова з вантажем, с	15	20	15	19	18	20
Базова машина	ЗІЛ-130	ЗІЛ-130	МАЗ-5335	КАМАЗ-5320	КАМАЗ-5320	КРАЗ-257

Розроблення технологічної схеми риття котловану

Визначаємо довжину робочого пересування екскаватора (l_n) за місткістю його ковша:

- для прямої лопати $l_n = 0,5(R_k - R_{cm})$, м;
- для зворотної лопати $l_n = R_k - L_x - H_k \cdot m$, м.

Розраховуємо розміри проходок, м (рис. 6.2):

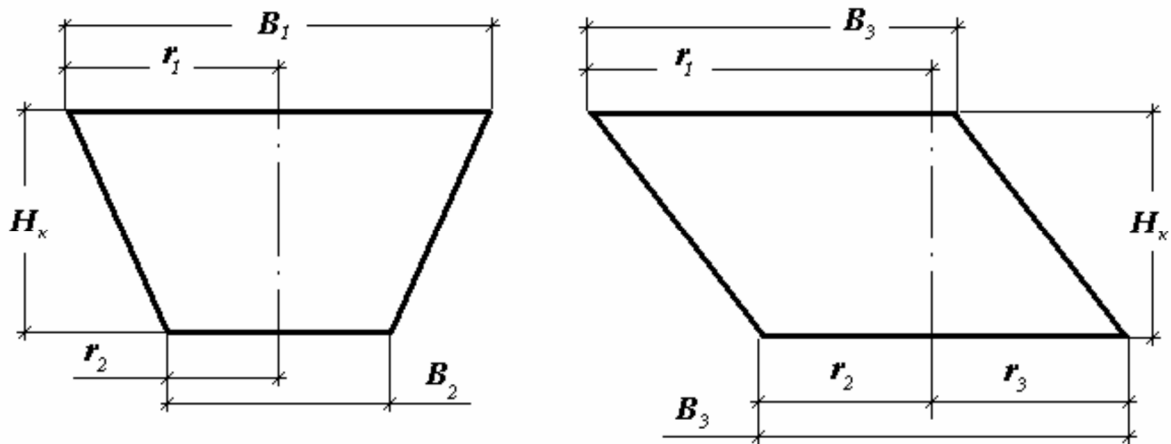


Рисунок 6.2 – Розрахування розмірів проходок

а) ширина лобового проходження (пряма лопата):

– по верху – $B_1 = 2r_1 = 2$ — ,

– по низу – $B_2 = 2r_2 = 2$ — ;

б) ширина осьового проходження (зворотна лопата):

– по верху – $B_1 \leq 2r_1 = 2$ — ,

– по низу – $B_2 \leq B_1 - 2H_k \cdot m$;

в) ширина бічного проходження (пряма лопата) по верху й по низу:

$$B_3 = r_2 + r_3 = \text{—} - + 0,7R_{cm};$$

г) ширина повздовжнього проходження (зворотна лопата) по верху й по низу:

$$B_3 \leq 2 \text{ —} - H_k \cdot m.$$

Визначаємо кількість бічних (повздовжніх) проходок екскаватора при ширині котловану по низу (b):

$$n = \frac{b - B_2}{B_3}, \text{ шт.}$$

У разі цілого числа проходок (n) фактична ширина бічної проходки:

$$B_3^{\Phi} = \frac{b - B_2}{n}, \text{ м.}$$

Визначення техніко-економічних показників

Вивчаємо зміст і правила користування ДСТУ-Н Б В.2.1-32:2014: позначення збірника, зміст вступної частини, склад технічної частини, структуру типового параграфа (склад робіт, склад ланки, визначення норми часу).

Визначаємо трудомісткість земляних робіт шляхом складання калькуляції трудовитрат по формі таблиці 6.4, використовуючи ДСТУ-Н Б В.2.1-32:2014.

Таблиця 6.4 – Відомість трудових витрат

Найменування робіт	Обґрунтування за ДСТУ	Склад бригади (ланки)	Од. вимір.	Обсяг робіт	Норма часу на одиницю вимірювання, люд. / год.	Трудомісткість на весь обсяг, люд. / год
Разом:						

Визначаємо число машино-змін (n_e) роботи екскаватора під час уривання котловану:

$$n_e = \frac{V_k}{P_{e.зм}}, \text{ маш./зм,}$$

де $P_{e.зм}$ – експлуатаційна змінна продуктивність екскаватора, маш./зм.;

$$P_{e.зм} = \frac{t_{см} \cdot E_n}{H_{ч.м}}, \text{ м}^3/\text{см,}$$

де $t_{см}$ – тривалість робочої зміни, $t_{см} = 8$ год;

E_n – одиниця виміру;

$H_{ч.м}$ – норма машинного часу, маш./год.

Визначаємо тривалість риття котловану:

$$T = \frac{n}{n_e}, \text{ дні,}$$

де n – режим роботи екскаватора, зм/дні.

Визначаємо тривалість циклу роботи одного автосамоскида:

$$t_{ц} = t_n + t_p + t_x, \text{ хв,}$$

де t_n – час навантаження автосамоскида, хв;

$$t_n = \frac{60 \cdot 8 \cdot Q}{\rho \cdot \Pi_{\text{е.зм}}}, \text{ хв,}$$

де Q – вантажопідйомність автосамоскида, т;

ρ – середня щільність ґрунту, що розробляється, т/м³;

t_p – час розвантаження автосамоскида, $t_p = 1 \dots 2$ хв;

t_x – час перебування автосамоскида в дорозі в обох напрямках, хв;

$$t_x = \frac{2 \cdot 60 \cdot L}{v}, \text{ хв,}$$

де L – дальність транспортування ґрунту, км;

v – середня швидкість руху автосамоскида, км/год.

Розраховуємо кількість автосамоскидів, необхідних для безперебійної роботи екскаватора:

$$N_{a/m} = \frac{t_{\text{ц}}}{t_n}, \text{ шт.}$$

Визначаємо загальну кількість машино-змін роботи автосамоскидів:

$$n_{a/m} = N_a \cdot n_e, \text{ маш./зм.}$$

Запитання для самостійної перевірки знань:

1. За допомогою яких засобів зачищають дно котловану перед зведенням конструкцій споруди?
2. За якою формулою обчислюють обсяг ґрунту в котловані?
3. За якими характеристиками вибирають екскаватор?
4. Як визначити кількість бічних (повздовжніх) проходок екскаватора?
5. Як визначити довжину робочого пересування екскаватора?
6. За якою формулою визначається кількість машино-змін роботи екскаватора під час уривання котловану?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 7

ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ПІД ЧАС УКЛАДАННЯ БЕТОННОЇ СУМІШІ

Мета роботи: визначити що таке потік бетонної суміші; обрати засоби механізації для подавання й укладання бетонної суміші; розробити технологічну схему бетонування конструкцій; визначити трудомісткість і тривалість бетонування.

Теоретичні засади й вихідні дані. Потрібно укласти бетонну суміш в конструкцію залізобетонної монолітної споруди прямокутної форми. Вихідні дані про геометричні параметри споруди за варіантами наведені в таблиці 7.1. Схема споруди подана на рисунку 7.1.

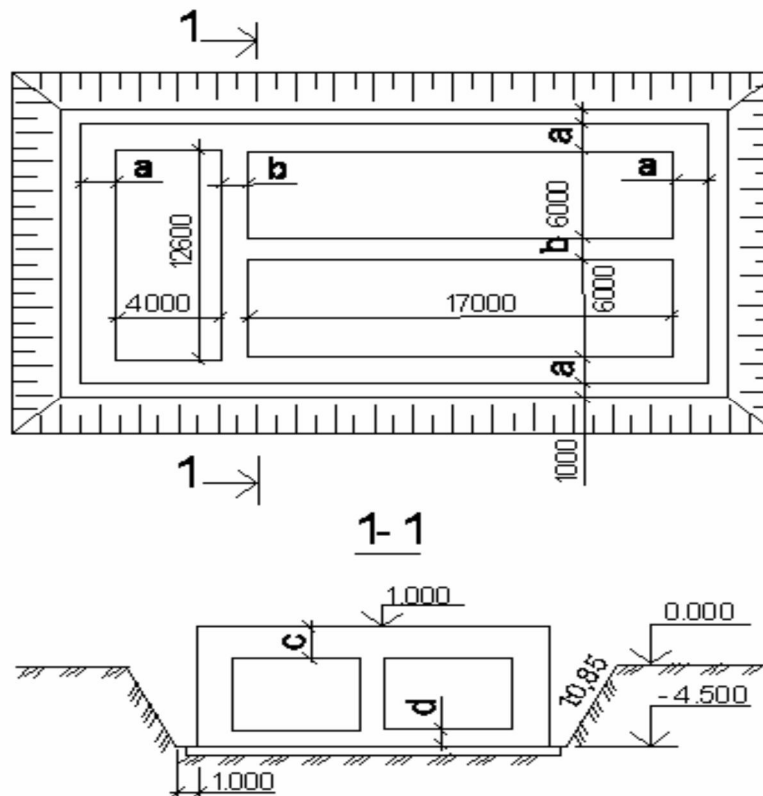


Рисунок 7.1 – Схема споруджуваної споруди

Таблиця 7.1 – Вихідні дані

Номер варіанта	Товщина конструкцій, мм			
1	600	380	300	150
2	600	300	400	200
3	500	380	200	250
4	500	300	250	400
5	500	250	150	300

Бетонну суміш готують на бетонному заводі й доставляють на об'єкт автобетоновозами. Дальність транспортування – $L = 8$ км, швидкість руху – $V = 20$ км/год.

Бетонну суміш укладають за допомогою самохідного стрілового крана й поворотного бункера із секторним затвором. Ущільнюють бетонну суміш вібратором із гнучким валом марки ІВ-36, довжина його робочої частини – $l_{pc} = 390$ мм.

Визначення потоку бетонної суміші

Ділимо конструкцію на елементи бетонування: фундаментна плита, стіна, плита покриття.

Визначаємо площі шарів бетонування для фундаментної плити:

– для стін:

$$S_{cl1} = \frac{dl_1}{\sin \alpha}, \text{ м}^2,$$

де α – кут нахилу шару бетонування до горизонту, дорівнює 20° ;

l_1 – ширина фундаментної плити й плити покриття, м;

– для плити покриття:

$$S_{cl3} = \frac{cl_1}{\sin \alpha}, \text{ м}^2.$$

Призначаємо оптимальну товщину шару бетонування за ярусами, за умови, що

$$\delta_{max} = 1,25 \cdot l_{pc}, \text{ м.}$$

Розраховуємо обсяг бетонної суміші в шарі за ярусами:

$$V_{cl} = S_{cl} \cdot \delta_{cl}, \text{ м}^3.$$

Визначаємо тривалість укладання бетонної суміші в шар:

$$t_{укл} = t_{cx} - t_{mp}, \text{ год.}$$

де t_{cx} – час початку зчеплення бетонної суміші; приймаємо $t_{cx} = 2$ год;

t_{mp} – час транспортування бетонної суміші, що визначається за формулою:

$$t_{mp} = t_n + t_x + t_p, \text{ год,}$$

де t_n – час навантаження автобетоновози, год;

t_x – час доставки бетонної суміші до місця укладання, $t_x = L/v$, год;

t_p – час розвантаження автобетоновоза, год.

Розраховуємо потік бетонної суміші по ярусах:

$$P_i = \frac{V_{\text{сл.}i}}{t_{\text{укл}}}, \text{ м}^3/\text{год.}$$

Розрахунковий потік бетонної суміші: $P = P_i^{\text{max}}, \text{ м}^3/\text{год.}$

Результати розрахунків заносимо в таблицю. 7.2.

Таблиця 7.2 – Результати розрахунків

№ з/п	Найменування елемента	$S_{\text{сл.}i}, \text{ м}^2$	$V_{\text{сл.}i}, \text{ м}^3$	$\delta_{\text{сл.}i}, \text{ м}$	$P_i, \text{ м}^3/\text{год}$

Визначення необхідної вантажопідйомності крана для подавання й укладання бетонної суміші в конструкції

Обираємо місце розміщення й схему пересування самохідного стрілового крана. Розглядаємо два варіанти:

№1 – один кран розміщується на поверхні землі вздовж довгої сторони споруди з одного боку (див. рис. 7.2);

№2 – два крани встановлюються вздовж двох довгих сторін (див. рис. 7.3).

Визначаємо необхідну вантажопідйомність крана.

1-й варіант. Знаходимо обсяг бункера для подавання бетонної суміші в конструкції одним краном:

$$V_{\text{б.кр}} = \frac{P}{n}, \text{ м}^3,$$

де P – розрахунковий потік бетонної суміші, $\text{м}^3/\text{год}$;

n – кількість робочих циклів крана за годину під час подавання та укладання бетонної суміші, що приймається за розрахунком (у середньому $n = 10 \dots 12$).

2-й варіант. Під час подавання та укладання бетонної суміші двома кранами, що переміщуються вздовж двох боків споруди, необхідний обсяг бункера становитиме:

$$V_{\text{б.кр}} = \frac{P}{2n}, \text{ м}^3.$$

Підбираємо поворотний бункер, визначаємо його масу ($m_{\text{б}}, \text{ кг}$), і номінальний обсяг ($V_{\text{б}}, \text{ м}^3$).

Необхідна вантажопідйомність крана

$$Q_{\text{кр}} = m_{\text{б, см}} + m_{\text{б}}, \text{ кг},$$

де $m_{\delta, см}$ – маса бетонної суміші, кг (при $\rho = 2\,500\text{ кг/м}^3$);

$$m_{\delta, см} = \rho \cdot V_{\delta}, \text{ кг.}$$

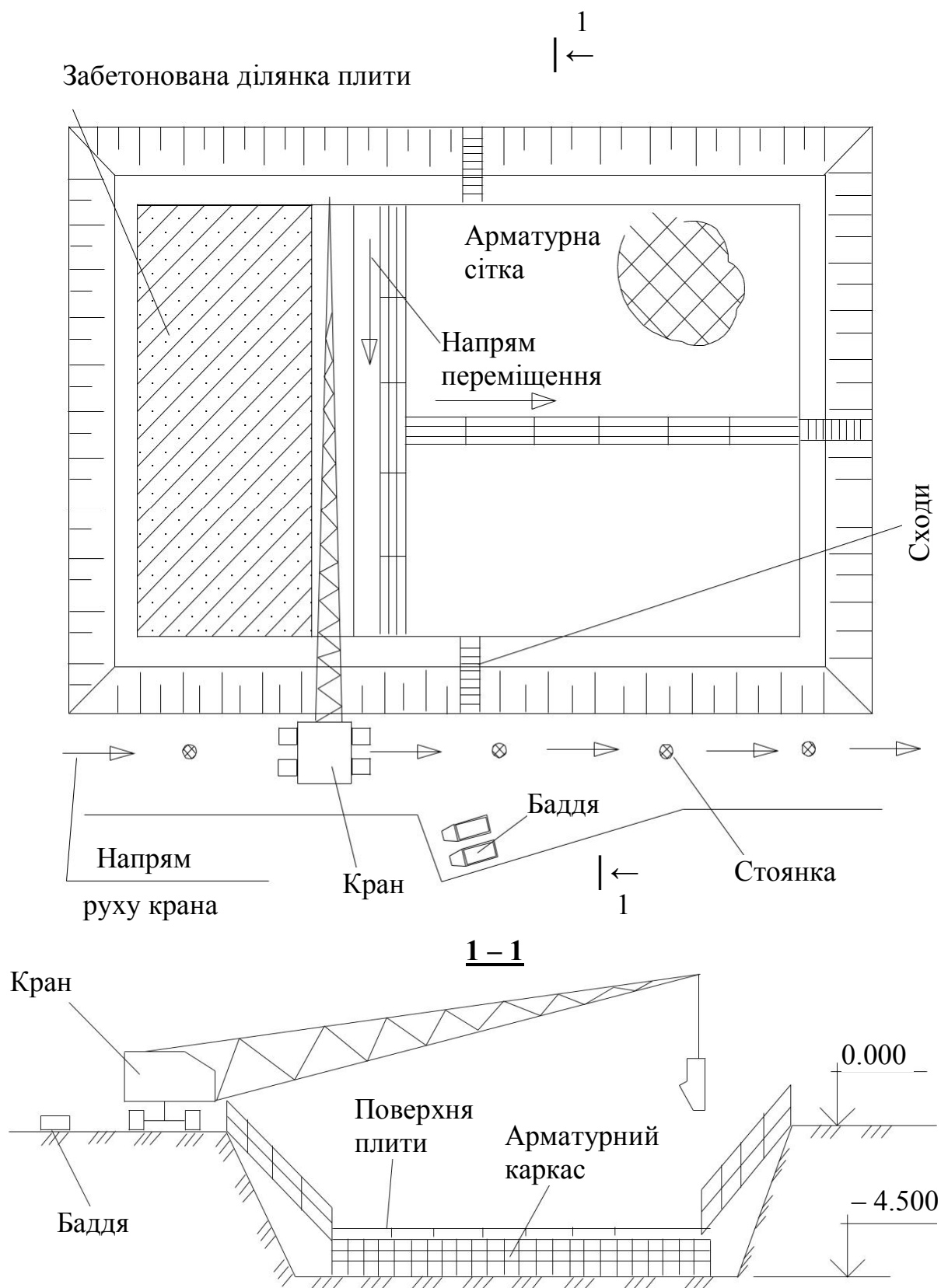


Рисунок 7.2 – Технологічна схема бетонування фундаментної плити одним краном

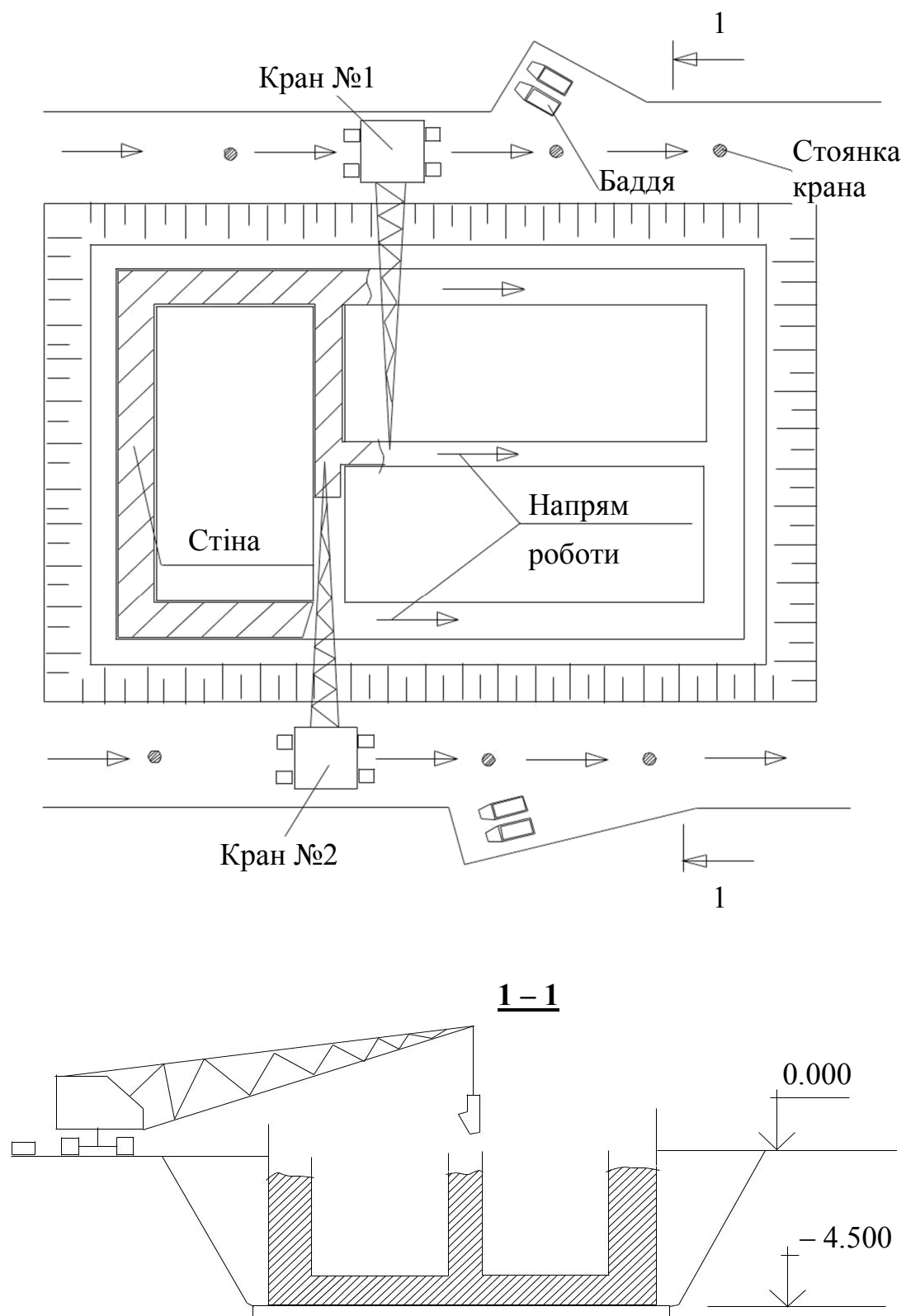


Рисунок 7.3 – Технологічна схема бетонування стін двома кранами

Визначення техніко-економічних показників

Для заданого варіанта відповідно до відомостей щодо обсягів бетону в конструкціях, способів подавання бетонної суміші, армування конструкцій (табл. 7.3) визначаємо трудомісткість бетонних робіт (табл. 7.4) з використанням ДБН.

Таблиця 7.3 – Варіанти для визначення трудомісткості бетонних робіт

Варіант	Обсяг бетону, м ³			Спосіб подавання бетонної суміші	Кількість змін під час бетонування	Різновид армування фундаментної плити, стін і плити покриття
	у фунда-ментній плиті	у стінах	у плити покриття			
1	288	371	540	Краном у бункерах	3	Подвійною арматурою
2	250	450	720	Автобетононасосами	3	Те саме
3	140	220	310	Краном у бункерах	3	Те саме
4	200	408	580	Те саме	3	Те саме
5	170	230	330	Те саме	3	Те саме
6	150	210	285	Стрічковими транспортерами	3	Те саме

Таблиця 7.4 – Відомість трудових витрат

Найменування робіт	Обґрунтуван-ня за ДСТУ	Склад бригади (ланки)	Од. вимір.	Обсяг робіт	Норма часу на одиницю вимірювання, люд. / год	Трудомісткість на весь обсяг, люд. / год
Разом:						

Визначаємо склад бригади для укладання бетонної суміші в конструкції.

Кількість бетонувальників для укладання бетонної суміші у фундаментну плиту, у стіни, у плиту покриття складе:

$$N_{б,i} = \Pi_i H_{час,i}, \text{ осіб,}$$

де $H_{час,i}$ – норма часу на укладання бетонної суміші (див. табл. 7.4) в i -тій конструкції.

Визначаємо загальний склад бригади ($N_{бр,1}$) за зміну з урахуванням машиніста самохідного стрілового крана (N_m) і двох такелажників:

$$N_m: N_i = N_o + N_m + N_m, \text{ осіб.}$$

Визначаємо тривалість бетонування конструкцій:

$$T_l = V_l : 8\Pi_l, \text{ змін,}$$

для фундаментної плити, стін і плити покриття відповідно.

Запитання для самостійної перевірки знань:

1. Де готують і як доставляють на об'єкт бетонну суміш?
2. За якою формулою розраховують обсяг бетонної суміші в шарі?
3. Як обчислюють необхідну вантажопідйомність крана?
4. Наведіть схему бетонування фундаментної плити одним краном.
5. Визначить склад бригади для укладання бетонної суміші в конструкції.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 8

ВАНТАЖОЗАХВАТНІ ПРИСТРОЇ

Мета роботи: вивчити технологічні параметри застосування деяких типів вантажозахватних пристроїв і засвоїти методику їх підбору.

Теоретичні засади

Вантажозахватні пристрої призначені для забезпечення надійного й ефективного з'єднання конструкцій, що піднімаються, з робочими органами вантажопідіймальних засобів. Вони становлять різні конструктивні комбінації захватних пристроїв, з'єднувальних елементів та механізмів управління.

Захватні пристрої безпосередньо взаємодіють із конструкціями, що монтуються. Вони розподіляються на підтримувальні, затягувальні, затискні й притягувальні.

Підтримувальні (захвати) – забезпечують захоплення й утримування монтованих конструкцій за петлі, вушка, виступні елементи тощо.

Здебільшого застосовуються захвати – причалювальні гаки та такелажні петлі (рис. 8.1).

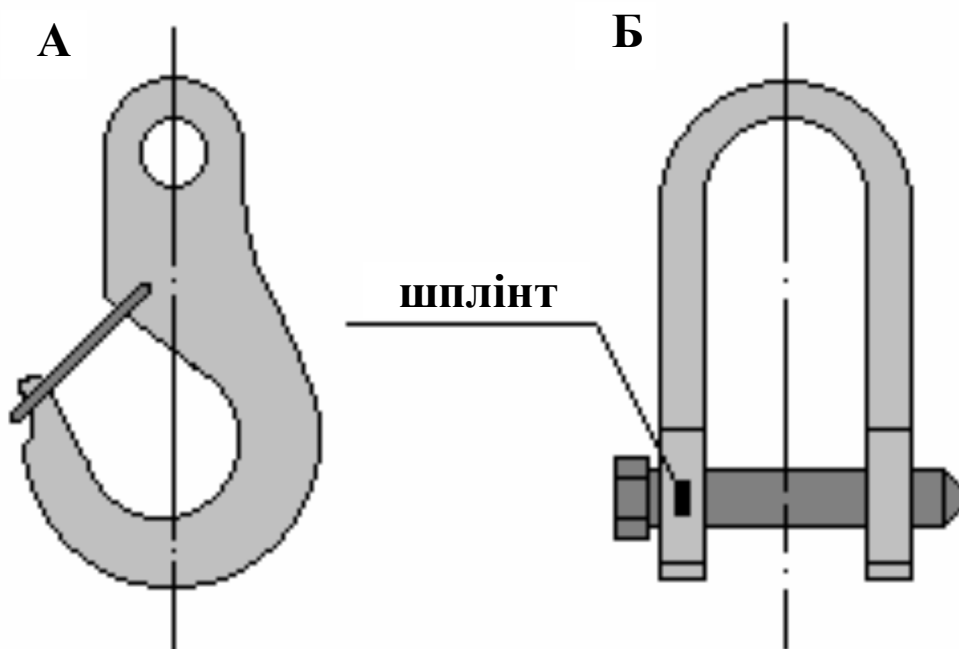


Рисунок 8.1 – Захвати: а – причалювальний гак; б – такелажна петля

Причалювальні гаки застосовують під час стропування конструкцій із масою 10...15 т. Такелажні петлі – понад 15 т. Основні параметри захватів наведені в таблиці 8.1.

Таблиця 8.1 – Основні параметри захватів

Допустиме навантаження, кН	10	12	16	20	25	32	40	50	63	80	100	125	160	200
Маса причалювального гака, кг	0,61	0,81	1,11	1,52	2,12	2,82	3,52	5,12	7,23	10,2	14,3	20,6	26,5	36,6
Маса такелажної петлі, кг	–	0,38	0,51	1,00	1,38	2,17	3,07	4,25	5,85	7,99	11,4	14,3	17,7	26,6

Захвати за наскрізні отвори, виконані в тілі конструкції, застосовують для монтажу залізобетонних колон, панелей і ферм. Ці отвори влаштовують під час виготовлення конструкції. Для стропування колон з наскрізними отворами застосовують *штирьові захвати*. Щоб знизити трудомісткість розстропування конструкцій і підвищити охорону праці під час виконання робіт доцільно застосовувати дистанційне керування (рис. 8.2).

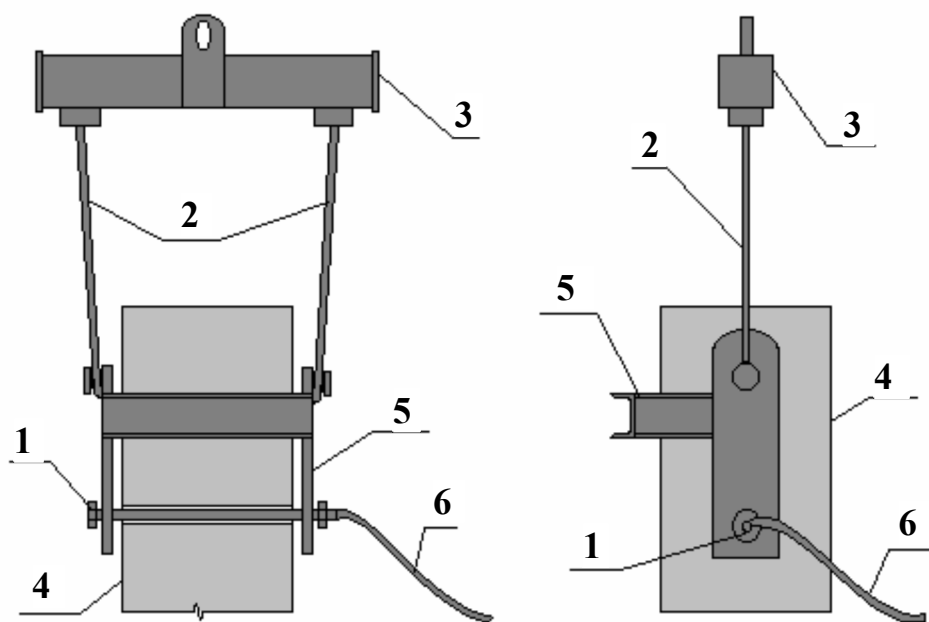


Рисунок 8.2 – Штирьовий захват: 1 – штир; 2 – стропи; 3 – траверса; 4 – колона;
5 – рамний каркас; 6 – трос для розстропування

Каркас штирьового захвату виконується у вигляді П-подібної рами й під час стропування колони наводиться збоку або зверху. Маса штирьового захвату з дистанційним управлінням за допустимого навантаження 100 кН становить 146 кг.

Для стропування колон з виступними консолями застосовують *рамні захвати*. Такі захвати становлять дві рами, що фіксують положення строп на

колоні (рис. 8.3). Розстропування таких захватів здійснюють шляхом від'єднання нижньої рами.

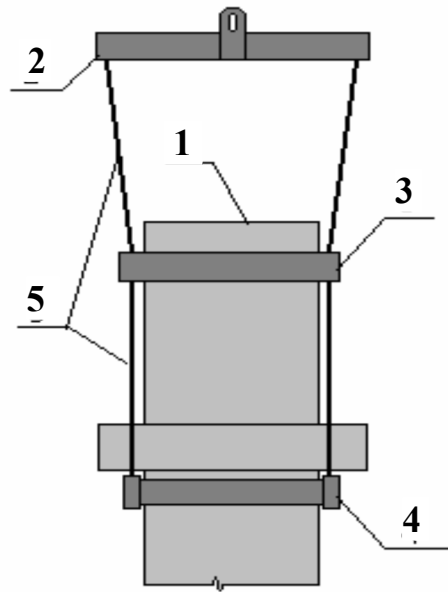


Рисунок 8.3 – Рамний захват:

1 – колона; 2 – траверса; 3 – верхня незнімана рама; 4 – нижня знімана рама

Затяжні захвати забезпечують з'єднання з конструкціями, що монтуються, шляхом їх обхвату. Вони виготовляються з гнучких елементів: канатів, ланцюгів або стрічок. Найпоширеніший приклад – петльовий строп, виконаний у вигляді замкнутої петлі (рис. 8.4).

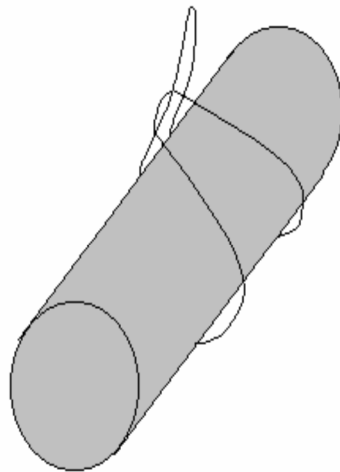


Рисунок 8.4 – Петльовий строп

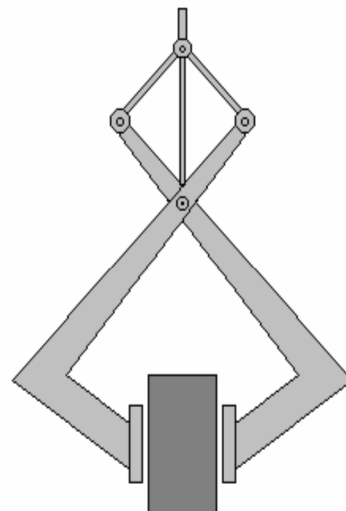


Рисунок 8.5 – Кліщовий захват

Затискні захвати забезпечують утримання конструкції внаслідок сил тертя між поверхнями конструкції і спеціальними притискними елементами.

Розповсюдженим прикладом затискного захвату є кліщовий захват (див. рис. 8.5).

З'єднувальні елементи

З'єднувальні елементи поділяються на *гнучкі* (стропи, канати) і *жорсткі* (траверси) (рис. 8.6). Будівельна індустрія випускає *канатні* і *ланцюгові* стропи.

Під час стропування конструкцій оптимальний кут нахилу стропа має становити до 45° , в окремих випадках допускають його збільшення до 60° . Збільшення кута нахилу строп спричиняє значне збільшення стискних зусиль між захватами, що може призвести до руйнування конструкції. Щоб унеможливити це явище, застосовують різні типи *траверс*: траверси-розпірки (рис. 8.6, б), траверси-балки (рис. 8.6, в), траверси-ферми (рис. 8.6, г).

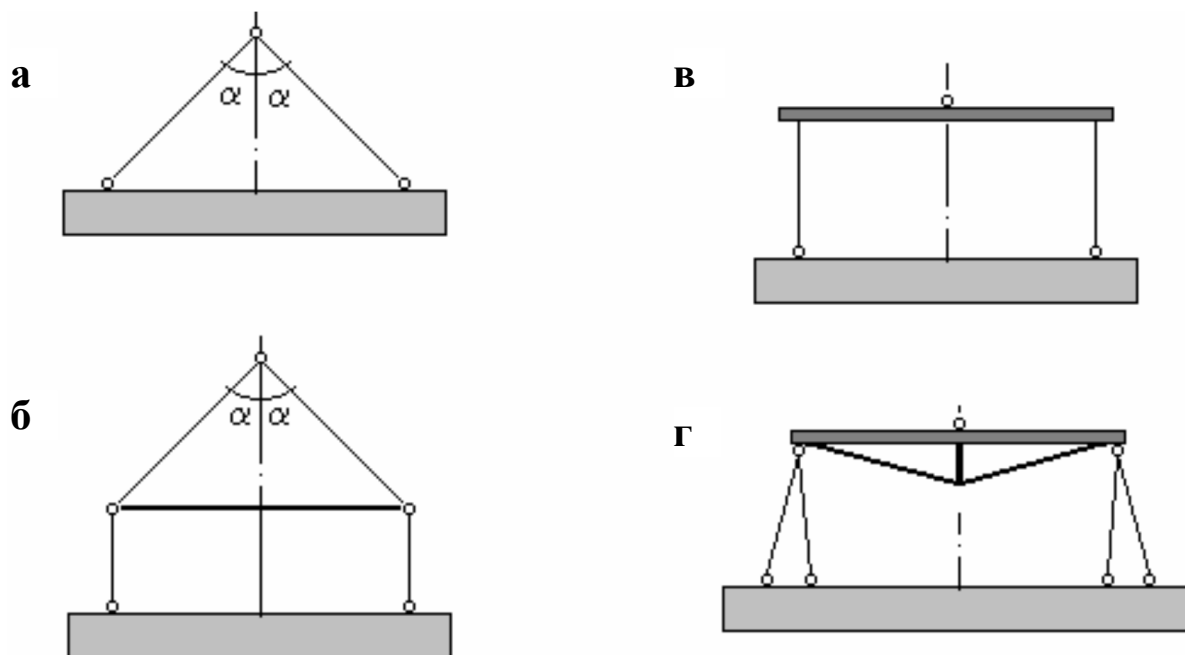


Рисунок 8.6 – Схеми стропування конструкцій:

а – із застосуванням строп; б – із застосуванням траверси-розпірки; в – із застосуванням траверси-балки ; г – із застосуванням траверси-ферми

Головним недоліком застосування траверс є значне збільшення монтажної маси конструкції.

Під час підбирання вантажозахоплювального пристрою необхідно брати до уваги, що

$$Q_{np} \geq q_e + q_{on},$$

де Q_{np} – необхідна вантажопідйомність пристосування, кН;

q_e – вага монтованого елемента, кН;

q_{on} – вага облаштовуваних пристосувань (розстропувальний трос, сходи тощо), кН.

Завдання й вихідні дані

Підібрати вантажозахватне пристосування для монтажу конструкції за спрощеним варіантом (табл. 8.2). Визначити необхідну висоту підвісу й вантажопідйомність монтажного обладнання.

Таблиця 8.2 – Варіанти виконання завдання

Номер варіанта	Найменування елемента	Характеристики елемента				Примітки
		Висота, м	Монтажна висота, м	Маса, т	Прогін, м	
1	2	3	4	5	6	7
1	Колона з консолями	5,37	—	3,4	—	крайня
2		6,57	—	4,1	—	крайня
3		5,37	—	3,6	—	крайня
4		6,57	—	4,3	—	рядова
5		7,77	—	5,0	—	рядова
6	Колона без консолей	10,8	—	8,3	—	рядова
7		12,0	—	9,1	—	рядова
8		13,2	—	11,4	—	рядова
9		14,4	—	12,4	—	рядова
10		16,0	—	14,3	—	рядова
11	Ферма залізобетонна арочна	2,45	6,0	4,5	18,0	1ФС18-1А3в
12		2,45	8,0	6,0	18,0	2ФС18-2А3в
13		2,45	10,0	7,8	18,0	3ФС18-5А3в
14		2,95	12,0	9,2	24,0	1ФС24-4А3в
15		2,95	14,0	11,2	24,0	2ФС24-6А3в
16	Ферма сталева з паралельними поясами	2,9	6,0	1,03	18,0	ФСТ18-18,4
17		2,9	8,0	1,77	18,0	ФСТ18-49,5
18		2,9	10,0	4,1	24,0	ФСТ24-55,2
19		2,9	12,0	3,09	24,0	ФСТ24-56,8
20		2,9	14,0	4,83	30,0	ФСТ30-52,2

Продовження таблиці 8.2

1	2	3	4	5	6	7
21	Плита перекриття	0,22	6,0	1,6	6,0	b = 1,2 м
22		0,22	8,0	2,6	6,0	b = 1,5 м
23		0,22	10,0	1,14	6,0	b = 1,0 м
24		0,22	12,0	4,0	6,0	b = 3,0 м
25		0,22	14,0	5,0	6,0	b = 3,0 м
26	Фундаментний блок	0,75	—	1,9	—	1Ф12,8-1
27		0,9	—	3,0	—	1Ф15,9-1
28		0,75	—	3,5	—	1Ф18,8-1
29		1,05	—	4,5	—	2Ф18,11-1
30		1,05	—	5,8	—	2Ф21,11-1

Технічні характеристики й сфера застосування деяких вантажозахоплювальних пристроїв наведені в таблиці 8.3.

Таблиця 8.3 – Технічні характеристики й сфера застосування деяких вантажозахоплювальних пристроїв

Найменування	Характеристики			Монтажні елементи
	Вантажо- підйомність, т	Монтажна маса, т	Монтажна висота, м	
1	2	3	4	5
Строп чотиригілковий	5	0,04	2,7	Фундаментні блоки та плити перекриття до 6 м завдовжки
	5	0,05	4,3	
		0,06	5,2	
	10	0,09	2,7	
	15	0,14	3,5	
Траверса двогілкова	8	0,09	2,5	Фундаментні блоки
Рамний захват	2	0,03	0,6	Колони з консолями
Штировий захват	2,5	0,03	1	Колони
Траверса	8	0,14	0,5	Колони
	6	0,12	0,8	
	10	0,16	0,1	
Траверса з напіваавтоматичними стропами	6	0,39	3,5	Підкранові й фундаментні балки до 6 м завдовжки Те саме, 12 м завдовжки
	9	0,94	3,2	
Траверса з захватом	14	0,51	5	Балки перекриття, підкранові й фундаментні до 12 м завдовжки
Траверса з напіваавтоматичними захватами	16	0,99	9,5	Балки до 18 м завдовжки

Продовження таблиці 8.3

1	2	3	4	5
Напівавтоматичний строп	3	0,01	1,5	Ригелі й балки перекриття
	5	0,02	1,5	
	10	0,03	1,5	
Траверса для монтажу ферм	12	2,26	1	Сегментні й аркові ферми з прогоном 18 м Ферми з паралельними поясами з прогоном 18 м
	15	2,61	4,9	
Строп шестигілковий універсальний	2,5	0,05	4,3	Панелі стінові й перекриття, сходові марші
	4	0,08	4,3	
	6,3	0,14	5,5	
	10	0,25	5,5	
Траверса для стінових панелей	3	0,21	3,5	До 6 м завдовжки
	4	0,14	2,8	Те саме
	5	0,2	3,85	Те саме
	6	0,53	3,5	До 12 м завдовжки
	10	0,57	2	Те саме
Підхоплення рамкове	0,6	0,012	–	Сходові марші з отворами замість петель

Запитання для самостійної перевірки знань:

1. Для чого призначені вантажозахоплювальні пристрої?
2. Які захвати застосовуються найчастіше?
3. З якою масою застосовують причалювальні гаки під час стропування конструкцій?
4. Які захвати застосовують для стропування колон з виступними консолями?
5. За допомогою яких сил затискні захвати забезпечують утримування конструкції?
6. Які стропи випускає будівельна індустрія?

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Арико С. Е. Дорожно-строительные машины. Лабораторный практикум : учеб.-метод. пособие для студентов специальности 1-36 05 01 «Машины и оборудование лесного комплекса» специализации 1-36 05 01 01 «Машины и оборудование лесной промышленности» / С. Е. Арико, А. И. Смеян, В. А. Симанович. – Минск : БГТУ, 2016. – 107 с.
2. Дьяков И. Ф. Методические указания к лабораторным работам по строительным машинам / И. Ф. Дьяков. – Ульяновск: УлГТУ, 2007. – 59 с.
3. Кондращенко О. В. Матеріалознавство : навч. посібник / О. В. Кондращенко ; Харків. нац. акад. міськ. госп-ва. – Харків : ХНАМГ, 2007. – 182 с.
4. Кондращенко О. В. Методичні вказівки для виконання лабораторних робіт та самостійної роботи з навчальних дисциплін «Будівельне матеріалознавство» та «Матеріалознавство» (для студентів 1 і 3 курсів денної форми навчання освітньо-кваліфікаційного рівня бакалавр галузі знань 19 – Архітектура та будівництво) / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова ; уклад. : О. В. Кондращенко, А. А. Жигло. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2017. – 60 с.
5. Ткаченко А. Н. Расчет организационно-технологических параметров различных строительных процессов : метод. указания к выполнению лаб. работ / Воронеж. гос. арх.-строит. ун-т; А. Н. Ткаченко, В. П. Радионенко, А. Н. Василенко. – Воронеж, 2015. – 38 с.
6. Якименко О. В. Конспект лекцій з дисципліни «Будівельна справа» (для студентів 2 курсу денної та заочної форм навчання освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр», спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія, спеціалізації (освітні програми) «Будівництво (Промислове і цивільне будівництво, Міське будівництво та господарство)», «Цивільна інженерія (Теплогазопостачання і вентиляція, Водопостачання та водовідведення)») / О. В. Якименко ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2018. – 113 с.
7. Якименко О. В. Земляні роботи : навч. посібник / О. В. Якименко ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2018. – 158 с.
8. Якименко О. В. Технологія будівельного виробництва : навч. посібник / О. В. Якименко ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2016. – 411 с.
9. ДСТУ Б Д.2.4-1:2012. Ресурсні елементні кошторисні норми на ремонтно-будівельні роботи. Земляні роботи (Збірник 1).

Виробничо-практичне видання

БУДІВЕЛЬНА СПРАВА

Методичні рекомендації
для виконання лабораторних робіт

*(для студентів 3 курсу денної та заочної форми навчання
спеціальностей 192 – Будівництво та цивільна інженерія;
освітня програма «Гідротехніка (водні ресурси)»)*

Укладачі: **Якименко** Олег Вікторович
Кіктьова Ксенія Олегівна

Відповідальний за випуск *А. А. Жигло*
Редактор *О. А. Норик*
Комп'ютерне верстання *О. В. Якименко*

План 2019, поз. 26 М

Підп. до друку 21.01.2019.	Формат 60 × 84/16.
Друк на ризографі.	Ум. друк. арк. 1,0.
Зам. № .	Тираж 50 пр.

Видавець і виготовлювач:
Харківський національний університет
міського господарства імені О. М. Бекетова,
вул. Маршала Бажанова, 17, Харків, 61002.
Електронна адреса: rectorat@kname.edu.ua
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:
ДК № 5328 від 11.04.2017.